

Projekt optimalizace výrobní linky ZF CDCe s využitím metod průmyslového inženýrství ve společnosti Forscher, s.r.o.

Bc. Andrej Ondrůš

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Andrej ONDRŮŠ
Osobní číslo: M11487
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: prezenční

Téma práce: Projekt optimalizace výrobní linky ZF CDCe s
využitím metod průmyslového inženýrství ve
společnosti Forschner, s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a projektové části diplomové práce.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu výrobní linky ZF CDCe ve společnosti Forschner, s.r.o.
- Na základě provedené analýzy navrhnete zlepšení stávajícího stavu a vypracujete diplomový projekt.
- Zhodnotte navrhované projektové řešení a formulujte závěrečná doporučení ke zlepšení výrobní linky ve společnosti Forschner, s.r.o.

Závěr

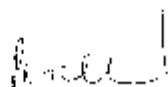
Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

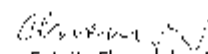
JIRÁSEK, Jaroslav. Štíhlá výroba, 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 8071693944.
KERKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, xxi, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
MAŠÍN, Ivan. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby. Vyd. 1. Liberec: Institut technologie a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Macurová, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicitas Chromjaková, Ph.D.
veditelka ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Berou na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému²;
- na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o práva autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3³;
- podle § 60⁴ ods. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzvzvení licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 41a Změny právního závazného vymezení.

(1) Vyšší škola poskytlá právnímu útvaru diplomové, bakalářské a magisterské práce a škola poskytla odpovídající právní ochranu práva autorského a práva souvisejícího s právem autorským v místě určení vydání předložených prací bez ohledu na výsledek obhajoby¹.

(2) Diplomová, bakalářská a magisterská práce elektronicky uložená v informačním systému musí být též uložena při poskytnutí díla před vydáním obhajoby právnímu útvaru v místě určení vydání předložených prací bez ohledu na výsledek obhajoby¹.

(3) Právo na uzvzvení licenční smlouvy má právní útvar UTB ve Zlíně, bez ohledu na výsledek obhajoby¹.

² zákon č. 121/2000 Sb. o práva autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3.

(2) Do práva autorského také patří právo školy nebo jiné osoby či instituce učební, výzkumné, výzkumné nebo jiné, pokud je škola nebo instituce hospodářského nebo občanského prospěchu, k výuce nebo k výzkumné práci díla poskytnutá škola nebo instituce bez ohledu na výsledek obhajoby¹.

³ zákon č. 121/1999 Sb. o práva autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 odst. 1.


(1) Škola nebo instituce k vydání díla poskytlá právo na uzvzvení licenční smlouvy o užití školního díla¹ (§ 12 odst. 4) autorského zákona bez ohledu na výsledek obhajoby¹.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 může užit své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použité informační zdroje jsem citovala;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická odevzdaná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 23.05.2019



⁴ zákon č. 171/2009 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o ochraně náležitých zájmové (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů § 60

(2) Máte-li zájmové právo, máte právo rozhodnout, zda vaše dílo má být poskytnuto jinému licenci, nežli ti, s kým jste uzavřeli smlouvu, a jaký rozsah a podmínky jejího poskytnutí a rozhodnutí o rozšíření vašeho díla.

(3) Škola nebo škola má rozšířené právo poskytnout, aby pro svou školskou díla a výdělky jin osobám v souvislosti s tímto dílem či poskytnutím díla jako odměny z přiměřených příjmů na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle odvětví, ve kterém dílo bylo vytvořeno, nebo z výdělku dosaženého školou nebo školou, je-li rozšířeno za účelem zajištění zisku školou nebo školou, a z.

ABSTRAKT

Cieľom diplomovej práce je optimalizácia výrobnéj linky ZF CDCe v závode Forschner, s.r.o. s využitím metód priemyslového inžinierstva. Na dôkladnú analýzu súčasného stavu sledovanej výrobnéj linky nadväzujú návrhy na zlepšenie pôvodného stavu, ktoré budú spĺňať základné charakteristiky štíhlej výroby a ich cieľom je zjednodušenie a zefektívnenie toku výroby.

Kľúčové slová: plytvanie, teória obmedzenia (TOC), vizualizácia, takt linky, procesná analýza, layout

ABSTRACT

The aim of the master thesis is optimization of ZF CDCe production line in Forschner, Ltd. by using industrial engineering methods. On a depth analysis of the current state monitored production line follow proposals for improving the original state. The proposals meet the basic characteristics of lean manufacturing and are designed to simplify and streamline the production flow.

Keywords: wasting, theory of contains (TOC), visualization, tact time, process analysis, layout

Chcel by som vyjadriť veľkú vďaku pani Ing. Lucii Macurovej, Ph.D. za rady a pripomienky, za úžasný a veľmi ochotný prístup počas vedenia diplomovej práce.

Taktiež by som chcel poďakovať vedeniu spoločnosti Forschner, s.r.o. za možnosť spracovať diplomovú prácu, za všetky odborné rady a prvé praktické skúsenosti. Ďalej aj zamestnancom spoločnosti za výrobnú spoluprácu.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ŠTÍHLA VÝROBA	12
1.1 PLYTVANIE.....	13
1.2 ŠTÍHLE PRACOVISKO	14
1.3 TVORBA ŠTÍHLEHO LAYOUTU A VÝROBNÝCH BUNIEK	16
2 ZLEPŠOVANIE PROCESOV	19
2.1 ANALÝZA, MERANIE PRÁCE A PRIDANEJ HODNOTY	20
2.2 ANALÝZA PRÁCE POMOCOU ČASOVÝCH ŠTÚDIÍ	21
2.3 ANALÝZA PRÁCE POMOCOU METÓD VOPRED URČENÝCH ČASOV	22
2.4 ŠTANDARDIZÁCIA A VIZUALIZÁCIA	23
2.5 5S	24
2.6 TEÓRIA OBMEDZENIA	26
2.7 AKO POSTUPOVAŤ PRI OPTIMALIZÁCIÍ PRACOVISKA	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
3 FORSCHNER, S.R.O.	31
3.1 SORTIMENT VÝROBY	31
3.2 PORTFÓLIO ZÁKAZNÍKOV	35
3.3 VÝROBNÉ ZÁVODY V EURÓPE	35
3.3.1 Závod v Uherskom Hradišti	36
4 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	39
4.1 ZÁKLADNÝ VÝROBNÝ POSTUP.....	39
4.2 DIVERZIFIKÁCIA SORTIMENTU VÝROBY	45
4.2.1 Základné cievky	45
4.2.2 Dlhé cievky s Wellhrohrom	46
4.2.3 CIEVKY S NÁSTREKOM TULLE	47
4.3 ANALÝZA LINKY ZF CDCE	48
4.3.1 Layout	48
4.3.2 Stav vizualizácie, štandardizácie a 5S.....	53
4.4 ANALÝZA PROCESU	56
4.5 PLYTVANIE.....	62
4.6 ZHRNUTIE ANALÝZY	64
5 OPTIMALIZÁCIA	66
5.1 OPTIMALIZÁCIA LAYOUTU VÝROBNEJ LINKY	66
5.2 TAKT LINKY, URČENIE POČTU OPERÁTOROV	68
5.3 BALANSOVANIE LINKY	71
5.4 VIZUALIZÁCIA A 5S	74
5.4.1 Zavedenie vizualizácie	74
5.4.2 5S.....	75

5.5	ZLEPŠOVACIE NÁVRHY A ODSTRÁNENIE PLYTVANIA.....	77
5.6	ZHODNOTENIE PRÍNOSOV A ZÁVEREČNÉ ODPORÚČANIA K ZLEPŠENIU LINKY	79
5.6.1	Nový layout	79
5.6.2	Taktovanie a balansovanie výroby	80
5.6.3	Zavedenie 5S, zlepšenie vizualizácie	80
5.6.4	Efekty identifikácie plytvania a zlepšovacích návrhov	80
5.6.5	Záverečné odporúčania	81
	ZÁVER	82
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	84
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	86
	ZOZNAM OBRÁZKOV	87
	ZOZNAM TABULIEK	88
	ZOZNAM PRÍLOH.....	89

ÚVOD

Vplyv silnej konkurencie v medzinárodnom trhu má za následok zrýchľovanie toku inovácií, a to aj prostredníctvom uspokojovania požiadaviek zákazníkov, čím sa firmy snažia o posilnenie svojej pozície. Ak ponúkané výrobky a služby nezodpovedajú zákazníckym požiadavkám, tak o ne nemajú záujem. Väčšia možnosť výberu produktov na trhu zhoršuje pozíciu výrobcov, ktorý sa nedokážu rýchlo prispôbiť momentálnym podmienkam. Práve neustále posilňovanie pozície zákazníka má za následok tlak na zlepšovanie spoločnosti a napredovanie smerom k lepšej kvalite, nižším nákladom, efektívnejšej výrobe, pretože sa snažia stať sa lepším ako konkurencia.

Ako zabezpečiť prosperitu a úspešný rozvoj podniku v týchto podmienkach? Aplikáciou tak často spomínaných metód a systémov priemyslového inžinierstva, ktoré majú vytvoriť všetky predpoklady pre štíhlu výrobu? Znie to krásne, ale mnohé, aj tie najúžasnejšie systémy neprinesú želané účinky, ak nie sú nastavené a zavedené správne, ak im chýba podpora a dôvera vedenia a zamestnancov spoločnosti. Absencia týchto predpokladov môže spôsobiť opačný efekt a sklamanie z veľkých očakávaní. Cieľom práce je nájsť metódy, ktoré možno neznejú tak úžasne, skôr budú predstavovať základ, ale ich skutočný efekt pomôže spoločnosti napredovať v snahe k neustálemu zlepšovaniu sa.

Cieľom diplomovej práce je optimalizácia výrobných liniek ZF CDCe v spoločnosti Forchner, s.r.o. aplikáciou vybraných metód priemyslového inžinierstva. Úroveň optimalizácie bude svojím charakterom predstavovať základ so snahou pretvoriť linku tak, aby niesla hlavné znaky štíhleho pracoviska. Toto pracovisko potom bude predstavovať podklad pre nasledovné a neustále zlepšovanie.

Pri optimalizácii bude nutné vytvoriť nové usporiadanie výrobných liniek a prvkov s ňou súvisiacich, určiť jej takt vhodným spôsobom a vybalansovať ju, zaviesť hlavné prvky vizualizácie a 5S, určiť a odstrániť hlavné zdroje plytvania. Všetko to prebehne na základe dôslednej a podrobnej analýzy súčasného stavu na linke. Podkladom bude teoretický popis problematiky a metód, ktoré plánujem využiť v nasledovnej analytickej a projektovej časti práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLA VÝROBA

Koncept Lean Production v preklade Štíhla výroba je jedným z kľúčových konceptov v posledných rokoch v priemyslových podnikoch . Nepredstavuje konkrétnu metódu výroby, ale skôr manažérsku filozofiu. Jedná sa o systém orientovaný predovšetkým na zmenu myslenia v oblasti riadenia a organizácie výrobných konceptov, ktoré sú realizované na podnet manažérov a s podporou technologického vybavenia. Cieľom je dosiahnuť efektívne riadený postup optimalizácie výrobných procesov a s tým súvisiacich operácií v oblasti zvyšovania podielu produktívnych zložiek, ktoré tvoria pridanú hodnotu a efektívnosti podnikových procesov. (Chromjaková a Rajnoha 2011, s 44)

Prax je pri aplikácií najčastejšie sústredená na činnosti spojené s výrobou. Vzhľadom k tomu, že výrobné náklady tvoria z pravidla rozhodujúcu časť celkových nákladov. Chybou je však vynechanie ostatných firemných procesov. Preto sa lean management uplatňuje už od fázy výskumu a vývoja, ďalej taktiež v obslužných procesoch a administratíve.

Štíhla výroba vznikla a dosiahla veľkých úspechov v automobilovom priemysle, postupne sa však uchytila celkovo v strojárskom priemysle. Ďalej sa rozšírila i do maloobchodných reťazcov a taktiež i napr. do takých oblastí, ako je bankovníctvo či zdravotníctvo. Neobmedzuje sa preto len na výrobnú sféru, je to filozofia, ktorá je aplikovateľná v akomkoľvek odvetví takmer v akomkoľvek procese.

Pre štíhlu výrobu sú charakteristické tieto princípy:

- Zameranie na zákazníka a procesné riadenie
- Eliminácia plytvania
- Plynulý tok výroby (výrobných, materiálu a informácií)
- Uplatnenie princípu ťahu vo výrobe
- Neustály proces zdokonaľovania
- A množstvo iných (malé veľkosti výrobných dávok, štandardizácia, implementácia bunkovej výroby, zavedenie totálne preventívnej údržby, rýchle pretypovanie, nulové chyby v každom procese, just in time, redukcia variability, vizualizácia a signalizácia....)

1.1 Plytvanie

Princípy štíhlej výroby vedú k eliminácii plytvania, ktoré sa vyskytujú v určitej miere v každom podniku. Za plytvanie môžeme označiť všetky činnosti, ktoré sú uskutočňované pri realizácii produktu a nepridávajú hodnotu výrobku alebo službe. Medzi ne patrí:

Nadvýroba – vyrába sa príliš veľa a skoro. Jedná sa o tlačenie zásob hotových produktov pred sebou. Nadprodukcia negatívne ovplyvňuje výkonnosť podniku.

Nadbytočná práca – činnosti nad rámec definovanej špecifikácie. Spracovanie vecí, ktoré nepridávajú hodnotu zákazníkovi, alebo ktoré označí za plytvanie a nie je ochotný za ne platiť. Je dôležité držať sa postupu nevyrábať produkty s prvkami, o ktoré zákazník nemá záujem.

Zbytočný pohyb – pohyb, ktorý nepridáva hodnotu. Úkony, ktoré musia byť vykonávané pre pridanie hodnoty produktu, plytvaním nie sú, pokiaľ sú zredukované.

Zásoby – presahujúce minimum potrebné na splnenie výrobných úloh. Sú zbytočne zhromažďované na stoloch, v priestore, v sklade. Zložité plytvanie zo psychologického hľadiska čo sa týka odstránenia.

Čakanie - na súčiastky, materiál, informácie alebo skončenie strojového cyklu.

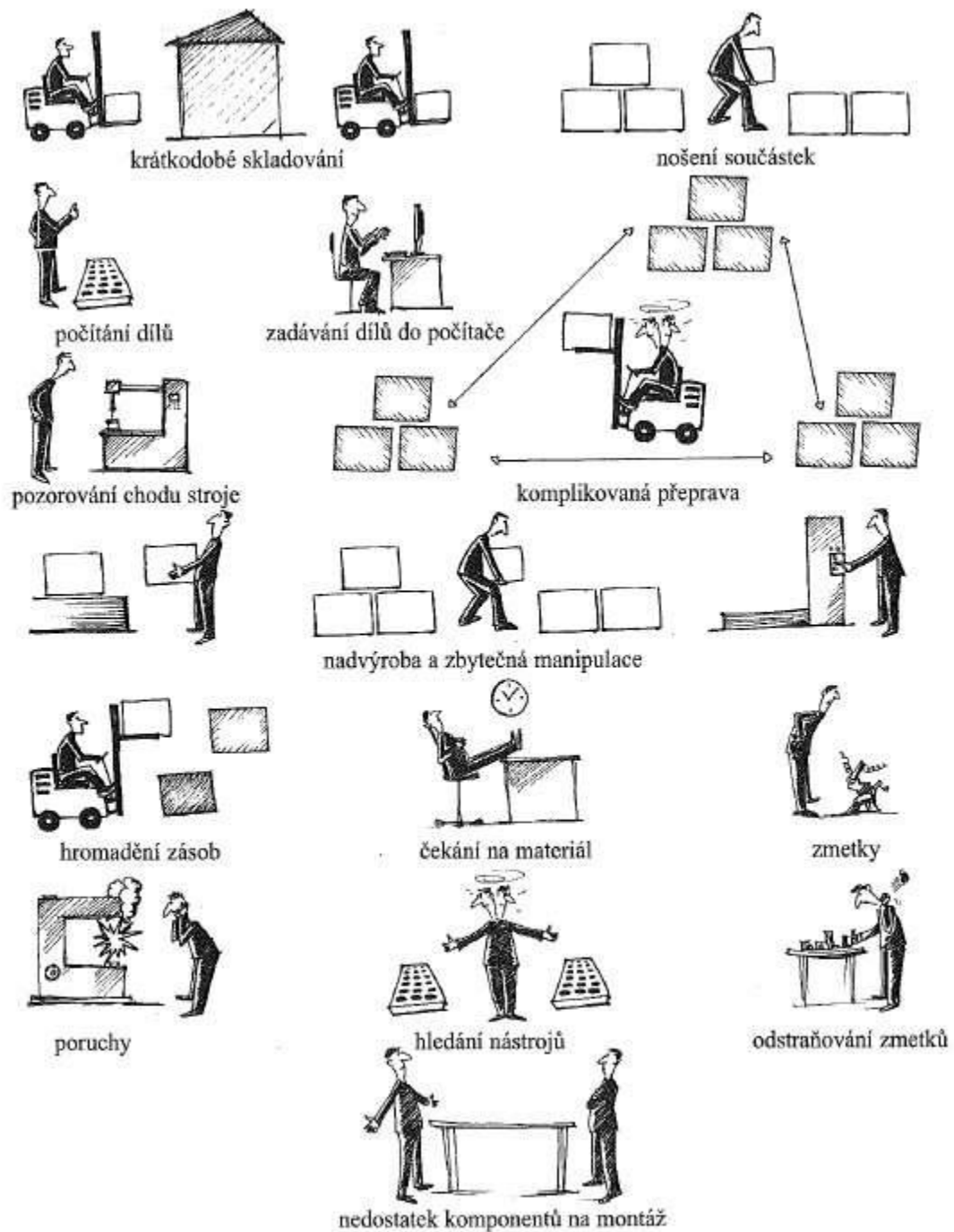
Opravovanie, zmätky – odstránenie nekvality. Často odhalené až vo výrobnom procese, pri výstupnej kontrole, v najhoršom prípade až u zákazníka. Dôležité zistiť príčinu vzniku a odstrániť ju.

Doprava – každá nadbytočná doprava a manipulácia. Akýkoľvek transport (vecí alebo informácií), ktoré sú vzdialenejšie a komplikovanejšie ako je nevyhnutné.

Nevyužitie schopností pracovníkov – ľudské zdroje a ich potenciál nie sú firmou riadne využívané. Pridaná hodnota by mohla byť realizovaná za kratší čas. Jedná sa o jedno z najzávažnejších druhov plytvania.

(Košturiak a Frolík, 2006, s. 24), (Akademie produktivity a inovácií s.r.o., © 2005 – 2012)

Základné, ale aj ďalšie druhy plytvania uvediem aj na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 1 Príklady plytvania vo výrobe (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 19)

1.2 Štíhle pracoviško

Základom pre štíhlu výrobu je štíhle pracoviško. Pre pracoviško, ktoré nie je považované za štíhle je charakteristické, že pracovník vykonáva mnoho zbytočných pohybov a činnos-

tí, ktoré znižujú jeho produktivitu (chôdza, hľadanie nástrojov, manipulácia). Štíhle pracovisko je usporiadané tak, aby boli zaistené nasledujúce princípy:

Ergonomické princípy

- Pracovná pohoda a priaznivé fyziologické a sociálne podmienky
- Ochrana zdravia, predchádzanie zraneniam a traumatickým ochoreniam

Analýza a meranie práce, 5S

- Optimálna organizácia práce a usporiadanie pracoviska, ideálna spotreba času, štandardizácia

Vizuálne pracovisko

- Vizualizácia priebehu práce na pracovisku

Jidoka autonómnosť pracoviska

- Zastavenie a signalizácia pri abnormalitách

Poka Yoke

- Obmedzenie možnosti chyby a zlyhaní človeka

(Košturiak a Frolík, 2006, s. 64 - 65)

Pri analýze operácií na pracovisku sú obvykle preskúmané nasledujúce oblasti:

Účel operácie – je jednou z najdôležitejších oblastí analýzy. Požadovaným výsledkom alebo snahou by mala byť eliminácia alebo kombinácia operácií. Častou príčinou nepotrebných operácií je odstraňovanie chýb po predchádzajúcej operácii.

Konštrukcia – pri konštrukcii výrobku je dôležité zohľadniť vyrobiteľnosť a zmontovateľnosť. Úspory je možné dosiahnuť znížením alebo univerzálnosťou komponentov.

Požiadavky na prevedenie, presnosť, toleranciu – náklady na výrobu rastú s nárokmi na presnosť. Dôraz by mal byť kladený na zaistenie presnosti najmä v kmeňových operáciách.

Používaný materiál – snažíme sa využívať lacnejší, spracovateľnejší a štandardizovaný materiál od najvhodnejšieho dodávateľa. Taktiež by sme mali zohľadniť ekonomické využitie materiálu.

Výrobný proces, technológie – snažíme sa znížiť počet operácií a vzdialenosti s reorganizovaním operácií. Uvažujeme o možnosti mechanizácie a automatizácie s cieľom redukcie

mzdových nákladov a zvyšovaním plynulosti, rýchlosti výroby, kvality, zníženie plôch, redukcii časov a pod.

Nastavenie a používané náradie – je dôležité zvážiť investície do nastavovania, mali by byť zvážené k výrobným možnostiam a opakovateľnosti výroby, pracovníkom, požiadavkám na pružnosť výroby a celkovým nákladom. Okrem nastavovania by sme mali posúdiť aj možnosť znižovania času na výmenu obrobkov.

Manipulácia s materiálom – snažíme sa o zníženie času manipulácie pri opakovateľných činnostiach napríklad použitím automatických alebo mechanických zariadení.

Layout pracoviska – dôležitá redukcia vzdialeností a zbytočných pohybov. Redukcia má vplyv na priamosť materiálového toku, znižovanie nákladov a produktivitu pracoviska.

Návrh práce – je treba naplánovať prácu človeka z pohľadu ergonomických, antropometrických, a fyziologických aspektov.

(Košturiak a Frolík, 2006, s. 68-69)

1.3 Tvorba štíhleho layoutu a výrobných buniek

Oblasť prepravy, skladovania a manipulácie zamestnáva veľké množstvo pracovníkov, zaberá veľké plochy a spotrebúva veľké množstvo času. Tieto náklady často súvisia s nesprávne navrhnutým layoutom, ktorý býva v podnikoch častou príčinou plytvania. Mnohé spoločnosti usporiadali svoj layout pod časovým tlakom a náhlymi zmenami vo výrobe a bez jasnej koncepcie. Výsledkom sú zbytočne dlhé materiálové toky, veľké množstvo manipulačných, skladovacích a kontrolných činností, neprehľadné procesy a zložitá riadenie logistiky a výroby. Štíhly layout a výrobné bunky sú riešením uvedených problémov. Zároveň prináša úsporu plôch, elimináciu skladovacích plôch, lepší prehľad toku výroby a zjednodušenie výroby.

Výhody štíhleho layoutu sú:

- Priamy materiálový tok smerom k montážnej linke a expedícií
- Minimalizácia prepravných vzdialeností
- Minimálne plochy na zásoby a medzisklady
- Dodávatelia čo najbližšie k zákazníkom
- Priamočiare a krátke trasy
- Minimálne priebežné časy

- Sklady v mieste spotreby
- Odstránenie dvojnásobnej manipulácie
- FIFO a ťahový systém, kanban, DBR
- Bunkové usporiadanie, segmentácia a spine layout
- Flexibilita s ohľadom na variabilitu produktov
- Nízke náklady na inštaláciu

Základným rozdielom medzi technologickým a produktovým layoutem je usporiadanie jednotlivých častí. Pri technologickom layoute sú jednotlivé strojné skupiny rozložené podľa podobnosti. Produktový layout rešpektuje technologický postup daného produktu. Vzhľadom k tomu, že firmy dnes vyrábajú široký sortiment výrobkov a nie je možné pre každý výrobok vytvoriť samostatnú linku, je dobrým riešením projektovať bunky, v ktorých sa vyrába skupina produktov, ktoré majú spoločné charakteristické vlastnosti

Výrobné bunky majú okrem zjednodušenia materiálového toku jednu veľkú výhodu. Tým, že sú stroje a pracovné miesta umiestnené blízko seba, je možné orientovať výrobu aj na menšie dávky. Taktiež sa znižuje podiel časov, ktoré nepridávajú hodnotu v priebežnej dobe výroby. Redukcia veľkých dávok prináša zmenšenie zásob a potrebnej plochy. Ďalšou skvelou výhodou je flexibilita buniek a jej možnosť prispôsobenia pre rôznych počet operátorov podľa požiadaviek zákazníka a možnosť obsluhy viacerých stanovišť jedným pracovníkom.

Princípy výrobných buniek sa využívajú tam, kde je potrebné rýchlo a pružne reagovať na meniace sa požiadavky zákazníkov. V bunkovom usporiadaní sme schopní produkovať variabilný sortiment a meniť veľkosť dávky. Zmenou počtu operátorov sme schopní meniť aj kapacitu bunky.

Samotné projektovanie výrobných buniek je náročný proces. Vyžaduje množstvo času a občas aj investícií. Je vhodné projektovať bunky najmä vtedy, ak sa jedná o dlhodobý obchodný vzťah so zákazníkmi, ktorí vyžadujú vysokú flexibilitu a nízke náklady. Vytváranie bunkového usporiadania býva prepojené s metódami 5S, vizualizácie, tímovej práce.

Layout sa tvorí podľa požiadaviek zákazníka (plánovaný sortiment, množstvo). Jednotlivé bunky medzi sebou prepojujeme bez zbytočných medziskladov do jednej veľkej bunky. Spoločne s taktom jednotlivých buniek musí byť postupne synchronizované i dodávanie materiálu v pravidelných intervaloch. Pri štíhlom layoute sa nepoužívajú veľké palety, regály, vozíky, ktoré by zbytočne zaberali plochu, alebo vyžadovali obsluhu pracovníkom.

Bunkové usporiadanie prináša aj určité obmedzenia a riziká:

- Nestabilný výrobný sortiment môže spôsobovať problémy
- Zdieľané zariadenia, ktoré vyžadujú viacej buniek – potrebná kooperácia
- Vysoké požiadavky na pracovníkov
- Veľké stroje so základňou, pri ktorých je problém s premiestnením
- Časové a investičné požiadavky (Košťuriak, Frolík, 2006, s. 135-146)

2 ZLEPŠOVANIE PROCESOV

V súčasných podmienkach si nemôže žiadny podnik dovoliť ignorovať neustálu potrebu zvyšovať produktivitu a zároveň ani žiadny zamestnanec sa nemôže vyhnúť zodpovednosti za svoju rolu v zlepšovaní procesov. Produktivitu akéhokoľvek procesu môžeme zlepšiť nasledujúcimi spôsobmi:

1. Zväčšiť vstup a ešte viacej zvýšiť výstup
2. Stabilizovať vstup, ale zvýšiť výstup
3. Znížiť vstup pri menšom znížení výstupu
4. Znížiť vstup a zároveň stabilizovať výstup
5. Znížiť vstup a zvýšiť výstup

Z hľadiska postupu ako zlepšenie dosiahnuť, hovoríme o nasledujúcich krokoch, ktoré vedú k novým, vylepšeným a dômyselnejším spôsobom ako daný proces uskutočňovať:

1. Výzve pre zlepšovanie
2. Analýza súčasného stavu
3. Otázky na možné zlepšenie a identifikácie problému
4. Špecifikácia nového postupu či metódy
5. Meranie a hodnotenie prínosov

Prvým krokom k zlepšeniu procesu je výzva. Je možné proces zlepšiť? Táto otázka, ale aj mnoho jej podobných patrí medzi základ pre toho, kto chce zlepšenie uskutočniť a dosiahnuť.

Pri analýze postupujeme podľa princípov štúdia metód. Proces je nutné rozdeliť na jednotlivé časti a zaznamenať všetky možné skutočnosti.

Vo fáze, kde musíme vyvinúť nový a lepší spôsob či metódy, ako robiť veci lepšie, je potrebná inšpirácia a kreativita. V tejto fáze existuje množstvo metód podporujúce kreativitu: moderačné techniky, brainstorming, analytické a grafické nástroje. Medzi základné princípy zlepšovania procesov patrí nasledujúca štvorka:

1. Eliminácia
2. Zjednodušenie
3. Kombinácia
4. Zmena poradia

Ak však pracovníci neparticipovali pri vývoji nových metód, bez ohľadu na to, ako malá zmena prichádza, je dôležité s nimi problematiku nových procesov prediskutovať pre tým, ako bude uvedená do praxe. Je dôležité predvídať ich reakcie. Chyba v tomto kroku môže ovplyvniť nové riešenie a zároveň znížiť jeho potenciál zlepšenia. Niekedy dokonca môže spôsobiť zníženie produktivity.

Pojem zlepšovanie procesov je jedným z pojmom, ktorý sa v poslednej dobe objavuje veľmi často. Termín kontinuálne zlepšovanie je totožný s pojmi Continuous Process Improvement (CPI) a Kaizen. Je to filozofia, ktorá pristupuje k zlepšovaniu ako nikdy nekončiacemu procesu, pri ktorom sa dosahuje malých zlepšení z pôvodných výrobných procesov či výrobkov, ktoré sa tak stávajú konkurencieschopnejšie. Pri čiastočných zlepšeniach sa hľadá a realizuje zlepšenie najmä v oblasti využívania strojov, materiálu, ľudskej práce aj pracovných postupov prostredníctvom realizácie návrhov a myšlienok.

(Mašín a Vytlačil, 2000, s.179-183)

2.1 Analýza, meranie práce a pridanej hodnoty

Analýza času, ktorý počas výrobných operácií pridáva hodnotu, súvisí s analýzou ľudských pohybov, pomocou ktorých je práca vykonávaná. Ľudské pohyby tak môžeme rozdeliť do troch kategórií:

Efektívna práca – akýkoľvek pohyb, ktorý výrobku pridáva hodnotu (zloženie dielov výrobku pri montáži)

Neefektívna práca – pohyb nevyhnutný pre vykonanie skutočnej práce, avšak nepridáva hodnotu (premiestnenie súčiastok, dielov z úložného priestoru na pracovný stôl)

Plytvanie – pohyby, ktoré nevytvárajú hodnotu, a taktiež nie sú potrebné pre vykonanie práce, ktorá pridáva hodnotu (nadbytočné chôdza, nadbytočná preprava, pozri plytvanie v kapitole 1.3)

Cieľom optimalizácie výrobných linky, ale aj akéhokoľvek iného pracoviska, práce a hodnotového toku, je zmeniť podiel týchto troch kategórií v prospech efektívnej práce. Aby sme sa do optimalizácie mohli pustiť a zmeniť spomínaný pomer je dôležité ho najskôr poznať. Na určovanie objemu práce a plytvania používame metódy merania práce (work measurement) a metódy štíhlej výroby spojené so štandardizovanou prácou (standardized work). Pre určenie pomeru medzi činnosťami, ktoré pridávajú a nepridávajú hodnotu výrobku používame z hľadiska priemyslového inžinierstva nasledujúce metódy:

- Priame meranie práce (časové štúdie)
- Meranie práce pomocou systémov vopred určených časov
- Balancovanie pracoviska (buniek a liniek) (Mašín, 2003, s.29 – 30)

2.2 Analýza práce pomocou časových štúdií

Časové štúdie sú nástrojom priemyslového inžinierstva. Techniky slúžia pre účely normovania práce a zároveň sú podkladom pre zlepšovanie pracovných procesov a ich výstupy pomáhajú odhaliť činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu a pôvod ich vzniku.

Priamym meraním práce rozumieme metódu, ktorú aplikujeme priamo na pracovisku v reálnom čase, kde sa sleduje priebeh práce. Všeobecný postup môžeme popísať štyrmi bodmi. Začíname výberom pracoviska a zaznamenaním súčasného stavu. Ďalej preskúmame spôsob, akým samotný proces prebieha, navrhujeme ekonomickejšie a lepšie postupy, ktoré v závere vyhodnotíme. Najvhodnejší návrh definujeme a zavedieme. V poslednom bode musíme nový stav udržiavať a ďalej zlepšovať. Poznáme nasledujúce metódy priameho merania práce:

- Snímky pracovného dňa
- Momentové pozorovanie
- Chronometráž

(Akademie produktivity a inovací s.r.o , © 2005 – 2012)

Časová štúdia nám uľahčuje identifikáciu plytvania v danej operácii a umožňuje nám radiť operácie v optimálnej sekvencii, umožňuje nám popísať najlepší spôsob uskutočňovania danej práce, a taktiež s jej pomocou určíme VA-index sledovanej operácie.

Pri praktickej analýze pomocou časových štúdií dodržiavame nasledujúci postup:

1. Pripravíme si tabuľku (protokol) k analýze
2. Oboznámime sa s pracoviskom, procesmi a operáciami
3. Nakreslíme lay-out pôvodného pracoviska
4. Pozorujeme sled pracovných krokov (vhodnou pomocou je natočenie videa)
5. Identifikujeme a zaznamenáme jednotlivé pracovné činnosti (operácie)
6. Stopkami zaznamenáme niekoľkokrát celkový čas cyklu
7. Stopkami zmeriame minimálne desaťkrát jednotlivé pracovné operácie
8. Identifikujeme nepravidelné činnosti
9. Identifikujeme operácie, ktoré nepridávajú hodnotu

10. Spracujeme výsledky merania a analyzujeme ich (Mašín, 2003, s. 31)

2.3 Analýza práce pomocou metód vopred určených časov

Podstatou nepriameho merania, alebo inak povedané systémom vopred určených časov, je rozbor jednotlivých činností na základné pohyby, ktorým je podľa náročnosti priradený index odpovedajúci určitej časovej spotrebe. Pohyby a ich príslušné časy sú zaznamenané do časových tabuliek. Meranie práce pomocou týchto systémov potom spočíva v stanovení optimálneho pohybového vzorca pre vykonanie úloh a priradeniu príslušných časov jednotlivým pohybom pomocou dátových tabuliek. (Mašín, 2003, s. 33)

Medzi základné výhody spomínaných systémov s porovnaním priameho merania patrí:

- Absencia subjektivity pri stanovení stupňa výkonu
- Možnosť použitia pri stanovení budúcich operácií
- Možnosť použitia pri racionalizácii pracovného postupu, organizácie a usporiadanie pracoviska

(Akademie produktivity a inovací s.r.o , © 2005 – 2012)

V súčasnosti medzi najpoužívanejšie metódy vopred určených časov patrí:

- MTM (Methods Time Measurement) – meranie času pracovných metód, ktoré rozkladajú manuálnu prácu do 10-tich základných pohybov
- UAS (Universelles Analsier System) – univerzálny rozborový systém odvodený z MTM s vyššou rýchlosťou rozboru, dostatočnou presnosťou a malým počtom dát. Vhodný pre sériovú výrobu.
- MOST (Maynard Operation Seyuence Techique) – využíva skutočnosť, že ľudskú prácu je možné popísať univerzálnymi sekvenčnými modelmi aktivít, namiesto popisu pomocou detailných a nezávislých základných pohybov. Dosahuje tak najvyššiu rýchlosť rozboru (Mašín, 2003, s. 33)

Najpoužívanejším systémom v súčasnosti je zrejme MOST. Umožňuje značné zvýšenie produktivity vykonávanej analýzy pri udržaní si štandardu vysokej presnosti. MOST je možné použiť takmer vo všetkých odvetviach priemyslu. Skladá sa zo štyroch základných rodín: Mini MOST, Basic MOST, Maxi MOST a Admin MOST). Najpoužívanejšou oblasťou je Basic MOST metóda strednej cesty. Služi k normovaniu činnosti trvajúcich niekoľko desiatok sekúnd. Jeho presnosť je určená na stotiny sekundy. Mini MOST sa používa

pri operáciách trvajúcich niekoľko sekúnd s vysokou frekvenciou opakovania. Presnosť v tomto prípade sa pohybuje v tisícinách sekundy. Maxi Most sa používa najmä pri logistických činnostiach a operáciách súvisiacich s údržbou alebo prestavbou strojov. Táto činnosť je charakteristická s nízkou opakovateľnosťou a cyklovými časmi v desiatkach minút. (Akademie produktivity a inovací s.r.o , © 2005 – 2012)

K popisu manuálnej práce odpovedajúcej charakteristikám Basic MOST, je potrebné troch základných sekvencií aktivít (plus existencia štvrtej – premiestňovanie objektov pomocou ručného žeriavu). Tieto sekvencie sú:

- Sekvencia obecné premiestnenie určená pre priestorové premiestňovanie objektu voľne vo vzduchu
- Riadené premiestnenie určená pre premiestňovanie objektu, ktorých zostáva v kontakte s povrchom alebo je pripojený k inému objektu
- Použitie nástroja, táto sekvencia je určená pre používanie bežných ručných nástrojov (Mašín, 2003, s. 35)

2.4 Štandardizácia a vizualizácia

Štandardizácia a vizualizácia sú považované za základné metódy pre popis konkrétnych procesov vo výrobe a s nimi spojenými činnosťami. Štandardizácia spolu s vizualizáciou znižujú možnosť vzniku abnormality a nezhodných výrobkov. Obe metódy charakterizujú, ako vykonávať definované podnikové procesy rovnakým spôsobom, aby bol dosiahnutý požadovaný, zhodný výstup. Štandard predstavuje jednotný a všeobecne uznávaný postup vykonávaných činností, na ktorom sa zhodnú a dodržiajú všetci zainteresovaní pracovníci.

Základom štandardu a vizualizácie je výrobný proces, ktorý je rozdelený na jednotlivé pracovné operácie. Operácie sú prepojené technologickým postupom, doplnené pracovnými normami, popisom pracovných pozícií a pod.

Základom štandardizácie je štandardizovaná práca. Je reprezentovaná vizuálnym štandardom v podobe záznamu optimálneho spôsobu vykonávania sledovanej operácie ohľadom na bezpečnosť, kvalitu, ideálny sled krokov a na efektívnom využívaní potenciálu pracovníkov.

Proces štandardizácie môžeme rozdeliť do nasledujúcich základných krokov:

1. Definovanie vybraných procesov, ktoré sa budú štandardizovať

2. Definovať začiatok a koniec procesu, bodu rozpojenia a prepojenia jednotlivých aktivít v rámci komplexného procesu i jednotlivých častí navzájom
3. Alokácia pracovnej pozície, prostriedkov, zariadení k vytypovaným procesom
4. Rozhodnutie o spôsobe tvorby štandardu
5. Definovanie podprocesov hlavného procesu
6. Popísanie vykonávaných činností pracovníka, parametrov a kritických bodov, návrh postupu odstránenia abnormalít
7. Overenie správnosti operačného štandardu v praxi, ďalšie úpravy a odsúhlasenia správnosti navrhnutého štandardu.

(Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 65 – 66)

Vizuálne pracovisko je také, ktoré je jasne usporiadané, riadené a organizované. Všetky jeho procesy sú popísané a definované. Vizuálne pracovisko dosahuje svojej autonómnosti vďaka štandardom, ukazovateľom a vizuálnemu riadeniu. Toto všetko nám napomáha odhaliť neštandardné odchýlky a abnormality.

Vizualizáciu môžeme využiť na:

- Riadenia a plánovanie zákazky
- Informovania o dosiahnutých výsledkoch
- Štandardizáciu postupov a zjednodušenie zaškolenia pracovníkov
- Zlepšenie organizácie práce
- Definovanie potrebnej výrobnéj plochy
- Zníženie nekvality a chybovosti v procese

Koncept vizuálneho podniku je založený na troch nosných pilieroch:

- Organizácia pracoviska a jeho štandardizácia
- Výmena informácií medzi pracovníkmi
- Predchádzanie vzniku kazov a porúch

(Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 66)

2.5 5S

Štíhle pracovisko predstavuje pracovisko, na ktorom sa vyskytuje iba to, čo je potrebné a na miestach tomu určených. Inak povedané, na pracovisku sa nachádzajú iba tie predmety, ktoré pridávajú hodnotu vyrábanému výrobku. Hovoríme teda o odstránení nepotrebných predmetov.

ných predmetov z pracoviska, udržovaní poriadku, štandardizácií a organizácií pracoviska. (Akademie produktivity a inovací s.r.o , © 2005 – 2012)

Realizácia metódy 5S na pracovisku:

Prvý pilier: Triedenie

Znamená, že z pracoviska odstránime všetky predmety, ktoré nie sú vo výrobných operáciách potrebné. Dochádza často k nepochopeniu tohto základného pravidla. Je totiž niekedy ťažké určiť, čo je na pracovisku nevyhnutné a čo nie je. Pracovníci často trvajú na súčiastkach na pracovisku, pretože si myslia, že ich možno budú potrebovať. Týmto spôsobom sa hromadia zásoby a zariadenia a brzdí sa tak každodenná výrobná činnosť.

Druhý pilier: Poriadok

Nastavenie poriadku môžeme definovať ako usporiadanie potrebných položiek tak, že môžu byť použité jednoduchšie a efektívnejšie. A ich označenie nám umožňuje ich identifikovať a nájsť rýchlejšie. Usporiadanie vecí na pracovisku by malo nasledovať vždy po vytriedení. Po roztriedení zostáva iba to čo je nevyhnutné. Ďalej by malo byť vyjasnené, kam tieto veci patria, aby každý okamžite pochopil, kde ich nájsť a kam vrátiť.

Tretí pilier: Čistenie

Tretím pilierom je čistenia alebo aj lesk. To znamená, vyčistenie strojov a obecné zaistenie toho, že všetko v podniku ostáva čisté (aj podlahy). Schopnosť udržiavať čistotu v podniku je úzko spojené aj so schopnosťou produkovať kvalitné výrobky. Vďaka určeniu spôsobu, ako udržiavať čistotu a zabránenie hromadenia špiny, prachu a odpadu na pracovisku, môžeme ušetriť časť práce. Kvôli prepojeniu čistenia s údržbou by mal byť tento pilier začlenený do dennej úlohy preventívnej údržby.

Štvrtý pilier: Štandardizácia

Štandardizácia sa od prvých troch pilieroch odlišuje. Prvé tri piliere sú chápané ako činnosti, pri ktorých niečo robíme. Štandardizácia predstavuje metódu, ktorú používame pre zachovanie prvých troch pilierov. Štandardizácia sa vzťahuje ku každému zo spomínaných pilierov.

Piaty pilier: Zachovanie

V prostredí 5S znamená zachovanie zautomatizovať riadne udržiavanie správnych procedúr. Prvé štyri piliere môžu byť zavedené bez problémov, pokiaľ sa na pracovisku zamest-

nanci cítia viazaní dodržiavať podmienky 5S. Také pracovisko sa pravdepodobne bude vyvíjať smerom k vyššej produktivite a kvalite.

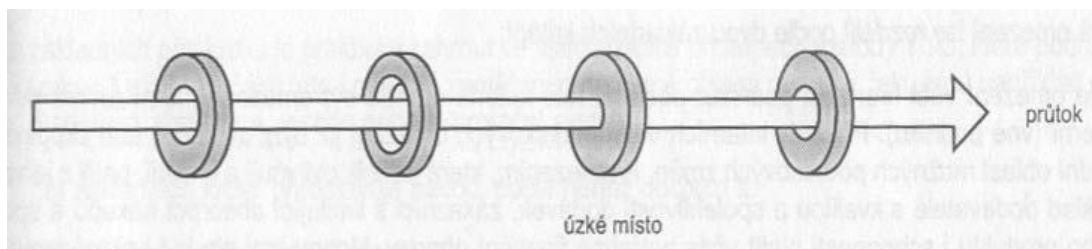
Často sa trávi zbytočne veľa času a úsilia triedením a upratovaním, keďže spoločnosti chýba disciplína zachovávať podmienky 5S a pokračovať v ich zavádzaní na dennej báze. I keď spoločnosť niekedy zorganizuje kampaň za 5S, bez piliera zachovanie sa celý systém dlho neudrží. (Vývojový tím Productivity Press, 2009 s. 10 – 15)

2.6 Teória obmedzenia

Metóda TOC sa snaží o maximalizáciu prietoku úzkym miestom. Nevenuje pozornosť optimalizácií prietoku nekritickými miestami, ani vyvažovaniu kapacít. TOC nepovažuje nečinnosť pracoviska, ktoré nie je úzkym miestom, ako stratu, naopak túto situáciu chápe ako prínos. Poistné zásoby TOC vkladá pred úzke miesta a tu sa podrobne zaoberá ich riadením.

Z pohľadu TOC je v podniku v danom okamihu vždy jedno alebo viacej tzv. obmedzení, ktoré bránia maximalizácii prietoku – finančných príjmov podniku.

Úzke miesto je najslabším článkom reťazcu podnikových procesov. Celková pevnosť tohto reťazca nie je daná súčtom pevnosti jednotlivých článkov, ale je určená pevnosťou najslabšieho z článkov. Obmedzenie je čokoľvek, čo bráni dosahovaniu cieľa. Ak prechádza podnik jednotlivými podnikovými obmedzeniami, vždy bude jedno z týchto oddelení pre tento tok z hľadiska svojej disponibilnej kapacity limitujúci. V dôsledku tohto obmedzenia nie je možné dosiahnuť vyššieho prietoku produktov na výstupe podniku. Situáciu zobrazuje obrázok. (Basl, Majer a Šmíra, 2003, s31 – 42)



Obrázok 2 Úzke miesto (Basl, Majer a Šmíra, 2003, s. 35)

Obmedzenia majú nasledujúce vlastnosti:

- Priechodnosť obmedzením určuje celkovú priechodnosť podnikom.
- Ak sa podarí zvýšiť kapacitu obmedzenia, zvýši sa aj priechodnosť celého podniku a tým aj jeho prietok.

- Naopak – stratená minúta na úzkom mieste je stratou celého systému.
- Minúta ušetrená (na mieste, ktoré nie je obmedzením podniku), nemá žiadny vplyv na jeho prietok.

TOC obsahuje niekoľko základných principiálnych prístupov a techník pre riešenie zmien a zlepšení v podniku:

- Sokratovská metóda dotazovania
- Princíp piatich krokov TOC
- Techniky založené na princípoch kauzality následok – príčina – následok.

Bližšie si rozoberieme princíp piatich krokov, ktorý bude pre naše potreby kľúčový.

Týchto päť základných krokov predstavuje návod podľa neho dochádza k:

- identifikácii obmedzenia systému (1. krok)
- maximálnemu využitiu daného obmedzenia (2. krok)
- podriadeniu všetkého v systéme podniku tomuto obmedzeniu (3. krok)
- odstráneniu obmedzenia (4. krok)
- návrat k bodu 1. V systéme sa bude nachádzať nové obmedzenie (5. krok)

Primárne je teda v TOC identifikácia obmedzenia. V druhom kroku sa jedná o maximálne využitie tohto obmedzenia lebo platí, že minúta stratená v tomto obmedzení je stratou celého systému. V treťom kroku sa opäť prakticky presadzuje celkový pohľad na podnik a eliminujú sa postupy, ktoré by viedli iba k optimalizácii čiastočných cieľov, pretože podnikovému obmedzeniu sa prispôsobujú ďalšie činnosti a procesy. To mimo iné môže znamenať ich nižšie využitie a z lokálneho pohľadu nižšiu efektívnosť. Až po dosiahnutí stavu po tomto treťom kroku je vhodné sa zamerať na prípadné odstránenie obmedzenia. V záverečnom piatom kroku sa v podstate celý postup určitým spôsobom zacykluje návratom do kroku 1. (Basl, Majer a Šmíra, 2003, s31 – 42)

2.7 Ako postupovať pri optimalizácii pracoviska

V nasledujúcej kapitole spracujem teoretický zovšeobecnený základ, ako postupovať pri optimalizácii výrobných linky.

Pri optimalizácii výrobných buniek by sme mali postupovať podľa nasledujúcich krokov:

- Vybrať základný výrobok (nosný výrobok alebo rodinu výrobkov)
- Určiť takt výrobných buniek (takt podľa zákazníka, podľa úzkeho miesta)

- Poznať montážny postup výrobkov
- Zistenie spotreby času jednotlivých krokov operácie
- Zistenie potreby pracovníkov (operátorov) a balancovanie
- Návrh layoutu výrobnéj linky
- Umiestnenie a usporiadanie prípravkov, nástrojov a materiálu na linke
- Štandardizácia a vizualizácia pracovného postupu

Skôr, než začneme so samotnou prácou na optimalizácií linky, je dôležité uvedomiť si jednu hlavnú prekážku. Tou je obava, neochota ľudí – zamestnancov, ktorých sa zmena bude týkať. Je dôležité s týmto problémom počítať a zvoliť vhodnú metódu pre prípravu a zapojenie ľudí v priebehu projektu. Tieto obavy, alebo nedôvera väčšinou vychádza z nedôvery v nový systém, je treba zaistiť zapojenie zamestnancov na optimalizácií, zaujímať sa o ich názory a návrhy, aby mali pocit, že sa na samotnej zmene podieľajú.

Prvým krokom je výber vhodného výrobku alebo skupiny, pre ktoré bude nová bunka resp. výrobná linka optimalizovaná. Vhodný výrobok je charakteristický tým, že svojim objemom predstavuje väčšinu spotreby času. Tento čas musíme optimálne zorganizovať, lebo každé jeho plytvanie sa vo väčšinovej miere v procese opakuje. Ideálnymi nástrojmi môžu byť ABC analýza alebo aplikácia Paretoho pravidla.

Druhým krokom vypočítame takt výroby, tak aby boli splnené požiadavky zákazníkov. Takt time je tempo, ktorým zákazník odoberá daný výrobok alebo službu. Čas taktu definuje, ako rýchlo by mal daný proces prebiehať, aby došlo k splneniu zákazníckych požiadaviek. Výpočet vychádza z nasledujúcich veličín:

- Dostupná pracovná doba
- Potreby zákazníka merateľných jednotkách (ks, kg, m) za uvedené obdobie

Takt zákazníka = celková pracovná doba/celkový požiadaviek výroby

V treťom kroku je našim cieľom spoznanie možností montážneho postupu výroby. Jednou z hlavných informácií je vzájomná naviazanosť krokov, tj. Rozpoznanie činností, ktoré na seba nadväzujú, a tých, ktoré sú nezávislé. Identifikácia nezávislých krokov nám umožňuje prerozdelenie operácií a lepšie vyváženie pracovníkov na linke. Ďalšou informáciou, ktorú získame sú alternatívne technologické postupy, ktoré môžu byť využité v jednotlivých krokoch a majú vplyv na spotrebu času, lepšie využitie zariadení, alebo zjednodušenie pracovného výkonu.

Štvrtým krokom je zistenie spotreby času. Z predchádzajúcich krokov sme získali podklady potrebné k stanoveniu predpokladanej spotreby času pre jednotlivé pracovné kroky. Za týmto účelom môžeme použiť metódy priameho merania práce alebo vopred určených časov. Pri meraní spotreby času musíme rátať s tým, že zmenou organizácie práce dôjde aj k zmene niektorých činností a ich časov. Tvorba videozáznamu v tomto kroku je veľmi dobrou pomôckou.

V ďalšom piatom kroku stanovíme potrebu pracovníkov. To nám poskytne orientačnú informáciu pre balancovanie linky. Najskôr zistíme súčet všetkých manuálnych činností potrebných pre výrobu. Tento čas potom vydelíme taktom zákazníka.

Optimálny počet operátorov = suma časov všetkých manuálnych činností/takt zákazníka

Pre usporiadanie pracovníkov vo výrobnjej linke resp. bunke môžeme využiť dve základné koncepcie. Tzv. chasing, kde všetci operátori postupujú v rovnakých odstupoch jednotlivými operáciami. Výhodou je jednoduché riadenie rýchlosti výroby na linke a taktiež jednoduchšie balancovanie operácií a časov na jednotlivého pracovníka. Inými slovami, jednoduchšie dosiahneme rovnomerné vyťaženie pracovníkov. Druhou možnosťou je prerozdelenie jednotlivých operácií medzi operátormi. Avšak pre rôzne rýchlosti linky je potrebné vypracovať špecifické štandardy, aby bolo jasné, kde operátor začína a kde končí svoju činnosť.

Na základe navrhnutého výrobného postupu pristúpime k tvorbe layoutu pracoviska. V koncepte štíhlej výroby môžeme využívať základné tvary buniek: U, I, L – tvary. Taktiež môžeme postaviť hlavnú linku s vetvami podmontáží. Veľmi užitočnou pomôckou v tomto bode je tvorba layoutu v rôznych modelovacích programoch, kde môžeme overiť naše nápady pomocou simulácie výrobného procesu. Snažíme sa simulované prostredie prispôsobiť čo najviac realite.

Po vytvorení návrhu výrobnjej linky a jej organizácie môžeme začať s popisom štandardov práce. Pre zaistenie očakávaných výstupov je potrebné linku vybaviť nástrojmi pre efektívne riadenie linky. Prínos týchto nástrojov pre efektivitu linky je nesporný. (Zlochová, 2012)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 FORSCHNER, S.R.O.

Spoločnosť zaoberajúca sa výrobou káblových systémov a zväzkov pre automobilový priemysel, produktov presného strojárstva, elektronických a elektromechanických súčiastok

Firma Forschner, s.r.o. je výrobná divízia nemeckého koncernu Forschner so sídlom v Spaichingenu. Bola založená v roku 1948 Eugenom Forschnerom a zostala rodinným podnikom do súčasnosti. Forschner má výrobné závody v Nemecku, Českej republike, Ukrajine a Turecku.

Organizácia sa snaží o tvorbu maximálneho úžitku pre zákazníkov s využitím technológií a inovácií pre budúce trhy. Dosahuje flexibilnú výrobu a sofistikovanú logistiku. Taktiež má záujem o zvyšovanie odborných znalostí zamestnancov, získavanie skúseností a motivácie pre dosahovanie absolútnej spokojnosti klientov.

3.1 Sortiment výroby

Spoločnosť vyrába veľmi široký a špecifický sortiment prevažne káblových systémov.

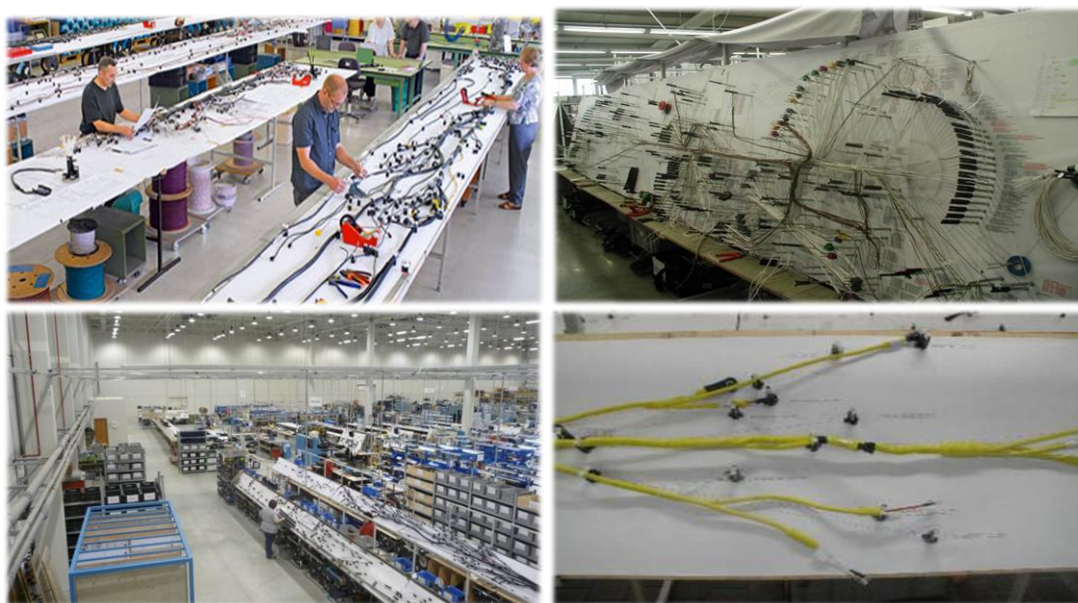
Pre lepšiu predstavu o sortimente výroby budú prevažnú časť tejto kapitoly tvoriť najmä obrázky výrobkov s krátkym popisom o aký druh produkcie sa jedná. Písomný popis by nedokázal vytvoriť presnú predstavu, alebo by bol príliš komplikovaný a menej zrozumiteľný.

Káblové systémy pre strojné zariadenia.



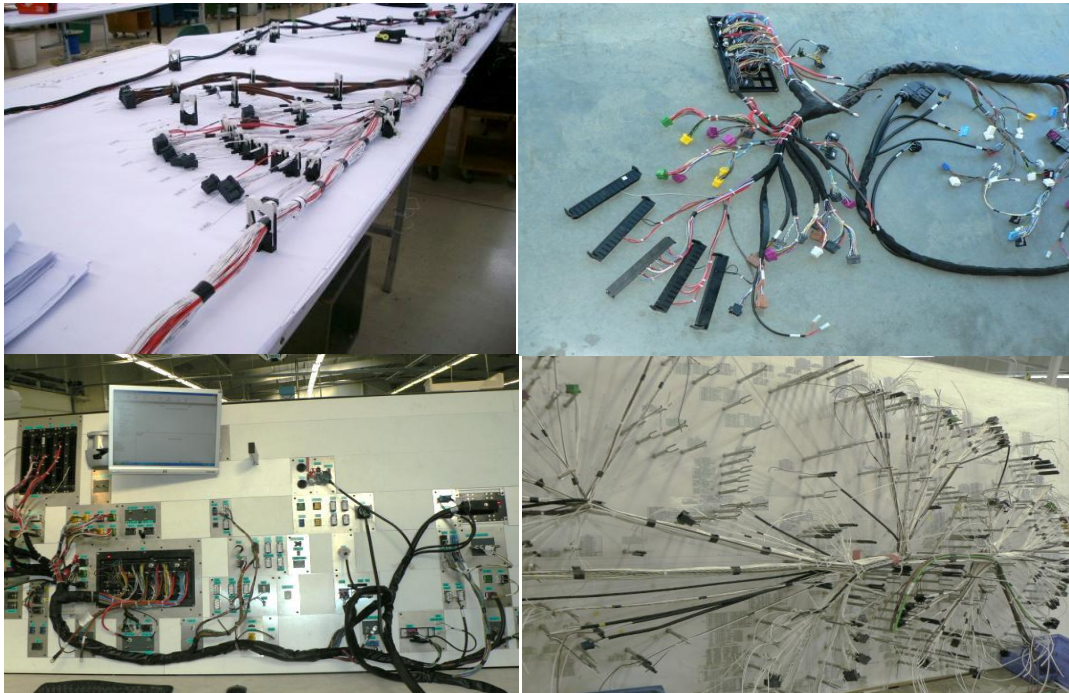
Obrázok 3 Káblové systémy (interný zdroj)

Kabeláž a elektrické systémy pre autobusy, autá, nákladné autá, poľnohospodárstvo a lesníctvo, špeciálne vozidlá v medicíne a priemysle.



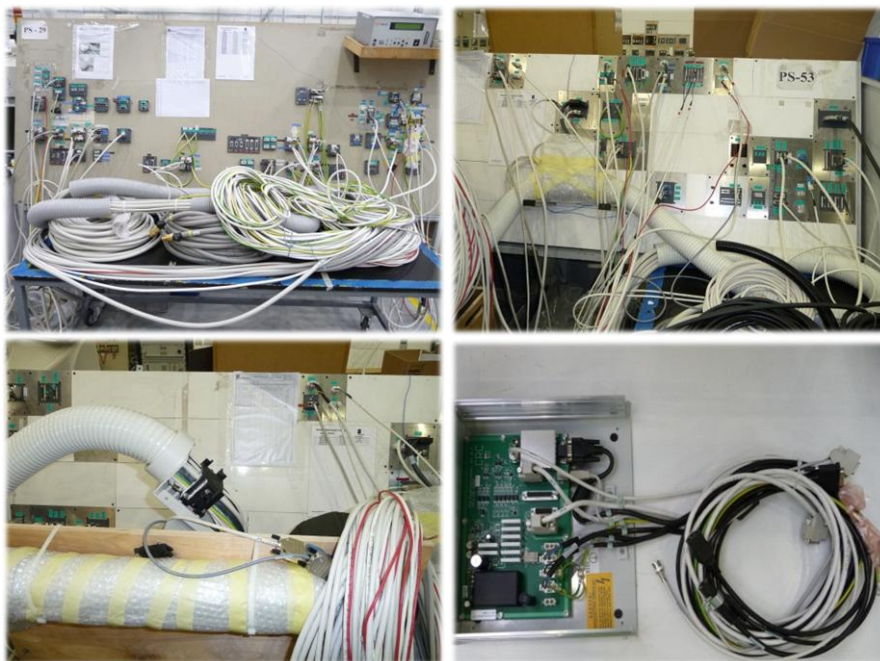
Obrázok 4 Kabeláž a elektrické systémy (interný zdroj)

Káblové a elektrické systémy pre automobilový priemysel



Obrázok 5 Káblové a elektrické systémy (interný zdroj)

Káblové systémy pre lekárske priemysel.



Obrázok 6 Systémy pre lekárske priemysel (interný zdroj)

Elektromechanické systémy. V oblasti použitia: ABS systémy, hydrauliky, alternátory a čerpadlá.



Obrázok 7 Elektromechanické systémy (interný zdroj)

Presne sústružené diely.



Obrázok 8 Sústružené diely (interný zdroj)

3.2 Portfólio zákazníků

Na nasledujúcom obrázku sú graficky znázornení jednotliví zákazníci spoločnosti Forschner, s.r.o.



Obrázok 9 Zákazníci (interný zdroj)

3.3 Výrobné závody v Európe

Spaichingen Nemecko. Celková rozloha závodu je 8000 m². Jedná sa o miesto, kde bola spoločnosť založená a predstavuje jej hlavné sídlo (centrálu). V Spaichingene sídli hlavný management, technologické centrum a ústredné útvary: útvar nákupu, distribúcie, financií a kontroingu a management kvality. Hlavnou produkciou sú elektromagnetické zostavy. Technologické centrum sa zaoberá základným vývojom, tvorbou metód testovania, tvorbou prototypov a školením zamestnancov.

Závod v Mahlstettene v Nemecku s celkovou rozlohou 3000 m² sa zaoberá výrobou a kompletizovaním, presných sústružených dielov a zostáv. Je dôležitým logistickým uzlom pre výrobných partnerov. Sídlom pre výrobný management. Má na starosti zavádzanie nových technológií. Hlavným rozvojovým cieľom sídla v Mahlstettene je výroba a montáž kompletných modulov.

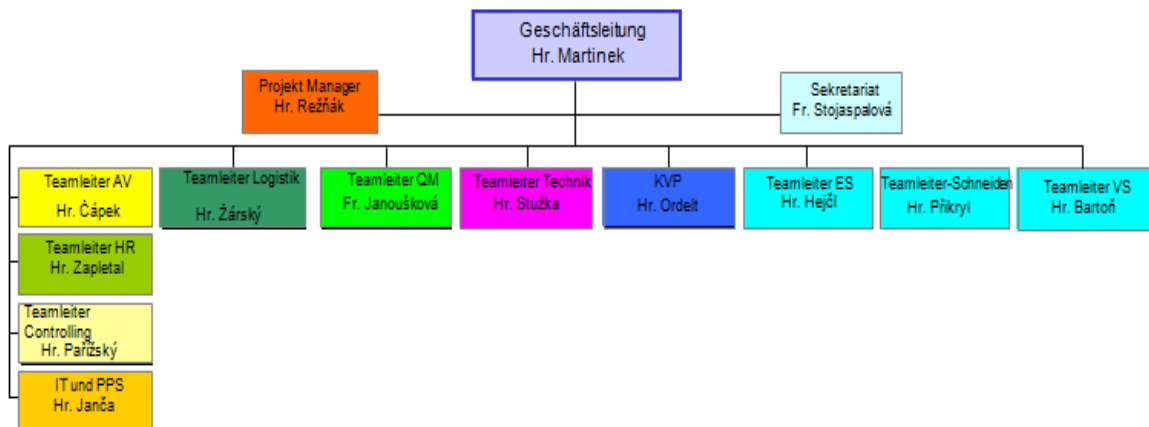
Závod v Istanbule v Turecku má rozlohu 4200 m². Zaoberá sa nákladovo efektívnou hromadnou výrobou a vlastným vývojom a konštrukciou kapacity na mieste.

Závod v Otrokovicích v České republice má rozlohu 2500 m². Mezi jeho hlavní aktivity patří nákladově efektivní hromadná výroba přesných sústružených díelov a priame dodávky pre zákazníkov vo východnej Európe. Úzko spolupracuje s projektovými manažérmi v Mahlstettene.

3.3.1 Závod v Uherskom Hradišti

Tomuto závodu budem venovať samostatnú podkapitolu, keďže diplomová práca sa týka práve výrobnéj linky umiestnenej v ňom.

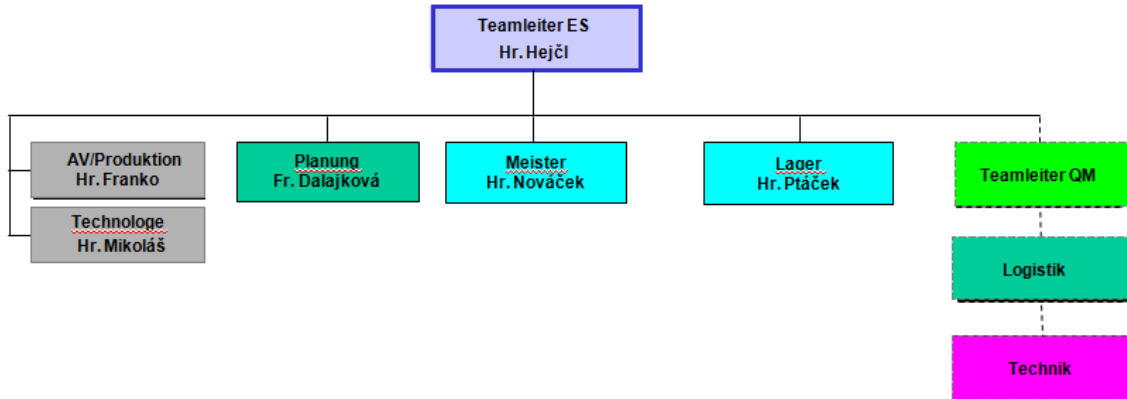
Uherské Hradište v České republice. Závod s celkovou rozlohou 10800 m² a celkovým počtom zamestnancov 570. Medzi jeho hlavné aktivity patrí výroba kabeľážnych systémov, nákladově efektivní hromadná výroba s vysokým podielom ľudskej práce, ďalej predstavuje akýsi nemecko-anglický kontaktný uzol, podieľa sa na riadení logistiky a úzko spolupracuje s projektovými manažérmi v Spaichingene. Organizačná štruktúra závodu v Uherskom Hradišti je zobrazená na nasledujúcom obrázku:



Obrázok 10 Organizačná štruktúra (interný zdroj)

Výroba v Uherskom Hradišti je umiestnená v dvoch výrobných halách. Približne pred dvomi rokmi bol postavený nový závod na ulici Jaktáře 1752 s rozlohou 8500 m². Je tu umiestnená najmä výroba kábových systémov. Cieľom bolo premiestniť celú výrobu do nového objektu. Avšak z dôvodu nedostatku priestoru, sa spoločnosť rozhodla, ponechať aj pôvodnú halu na ulici Sokolovská 573 s rozlohou 1700 m², kde sa nachádza výrobná linka ZF CDCe, ktorá je predmetom optimalizácie. Závod na ulici Sokolovská je zameraný naj-

mä na výrobu elektromechanických systémov. Organizačnú štruktúru pôvodného závodu vidíte na nasledujúcom obrázku:



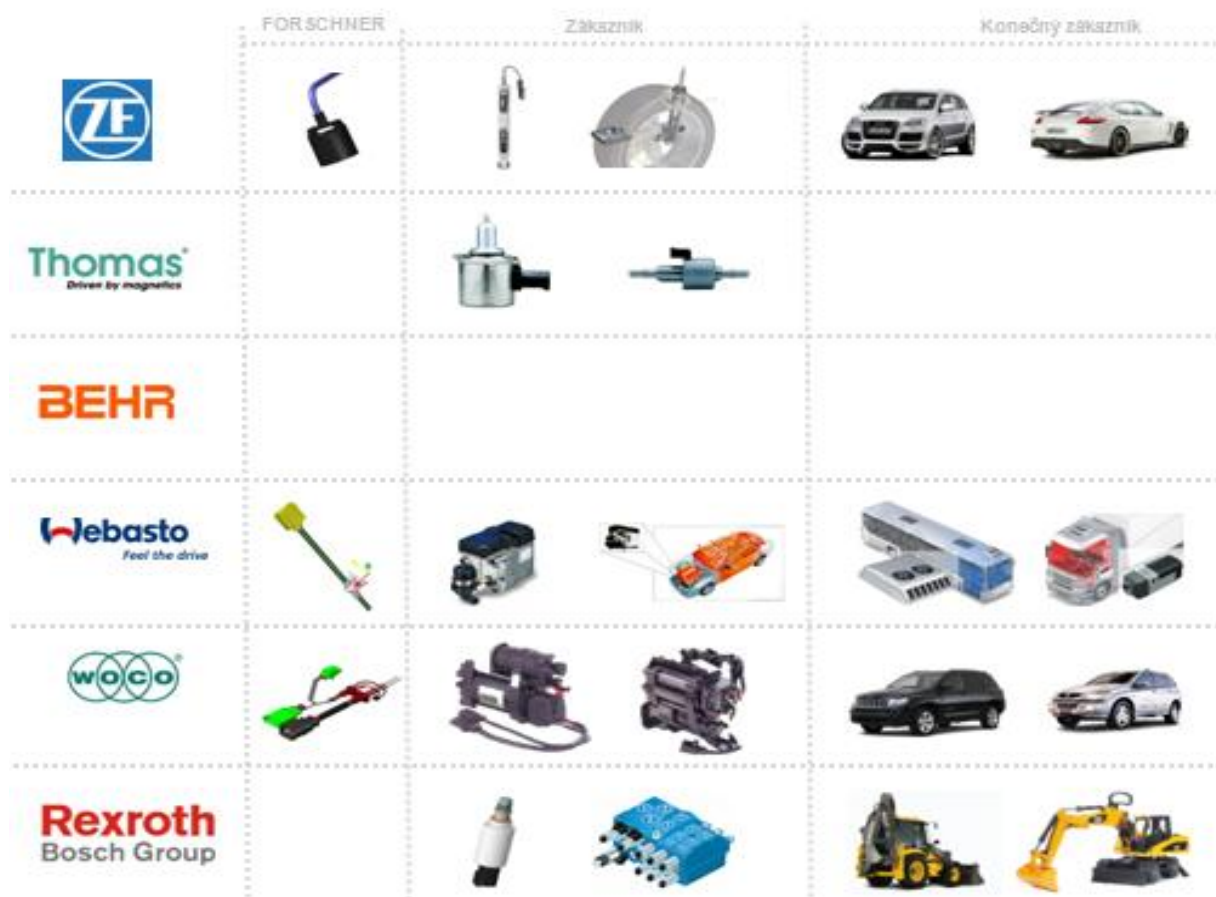
Obrázok 11 Organizačná štruktúra (interný zdroj)

V nasledujúcej tabuľke sú zobrazené základné ukazovatele závodu na ulici Sokolovská 573:

Tabuľka 1 Základné ukazovatele (vlastné spracovanie)

Rok	Počet zamestnancov	Tržby v mil. EUR	Počet dodaných dielov
2012	79	5,4	2 310 000
2011	89	3,7	2 243 807
2010	74	5,4	1 579 262
2009	43	3,7	1 094 000
2008	65	5,4	1 615 128

Obrázok zachycuje komponenty a zákazníkov, kam sú dodávané konečné výrobky, do ktorých sa komponenty montujú.



Obrázok 12 Zákazníci a výrobky (interný zdroj)

4 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Pozorovaným objektom pre aplikovanie vybraných metód je výrobná linka ZF Sachs CDCe v spoločnosti Forschner, s.r.o. v Uhorskom Hradišti. ZF Sachs je výrobca tlmičov, pre ktorého sú elektromechanické káblové systémy dodávané. Výrobky sú svojou podstatou podobné. Prakticky sa jedná o kábel (sústavu káblov) rôznej dĺžky spojený s cievkou (ďalej budem výrobok ako celok nazývať cievka). Odlišnosti sa vyskytujú v dĺžke, spôsobe spojov, druhu kontaktov, druhu cievok, typu ochranného krytu a pod. Výrobný a technologický postup je taktiež podobný. Tieto drobné odlišnosti v postupe sú hlavným problémom pre optimalizáciu linky tak, aby bol zabezpečený plynulý chod výroby. Práve týmto problémom sa optimalizácia zaoberá.

4.1 Základný výrobný postup

Odizolovanie vodiča

Vždy prvou operáciou je „Odizolovanie vodiča“. Pri tejto operácii sa z dvojžilového kábla obaleného izolantom, ktorý je dovezeným materiálom, pomocou rezačky odreže a odizoluje koncová časť kábla na presnú vzdialenosť. Odizolujú sa oba konce kábla. Odizolovanie môže byť čiastočné alebo úplné. Pri odizolovaní úplnom dôjde k odrezaniu izolantu, a ten sa z vodiča stiahne úplne, teda ostáva nám holý vodič. Pri čiastočnom odizolovaní síce k odrezaniu izolantu dôjde, ale ten sa nestáhuje a ostáva na vodiči. Rezačka je poloautomatický nástroj. Nastavia sa parametre, čiže rozmery odrezania kábla. Ten sa presne založí do určeného otvoru a rezačka sama odreže izolant podľa aktuálneho nastavenia. Pracovník je schopný rezačku nastaviť sám podľa údajov uvedených v technologickom postupe danej výroby. Na obrázku sú zobrazené jednotlivé spôsoby orezania alebo odizolovania vodiča.



Obrázok 13 Vodič neodizolovaný, odizolovaný čiastočne a odizolovaný úplne (vlastné spracovanie)

Nastreknutie

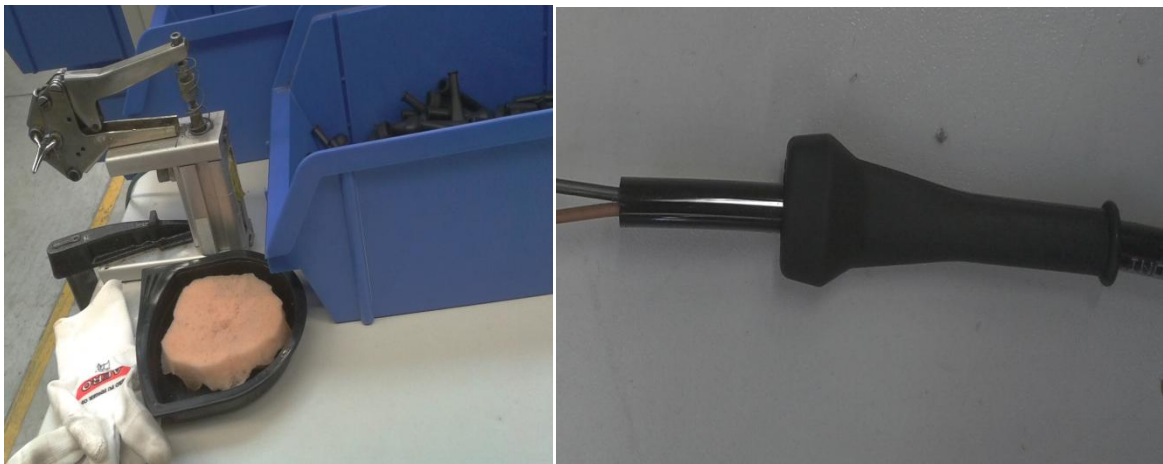
Táto operácia sa vykonáva na lise nazýva sa aj ako nástrek káčka. Do formy v lise sa vždy vkladajú na káble naraz. Jedná sa o priehľadný plastový nástrek. Po nástreku sa káble vyberú, vykoná sa zraková kontrola, odmeria sa správna dĺžka nástreku a odstrihnú sa prestreky. Na obrázku si môžete všimnúť kábel pred a po nástreku. V pravej časti obrázku je čiastočne odizolovaný vodič pred nástrekom, ten sa nasadil do formy v lise a došlo k nástreku priehľadnej plastovej hmoty, v ľavej časti obrázku.



Obrázok 14 Kábel po a pred operáciou nástrek (vlastné spracovanie)

Navlečenie ochrannej gummy

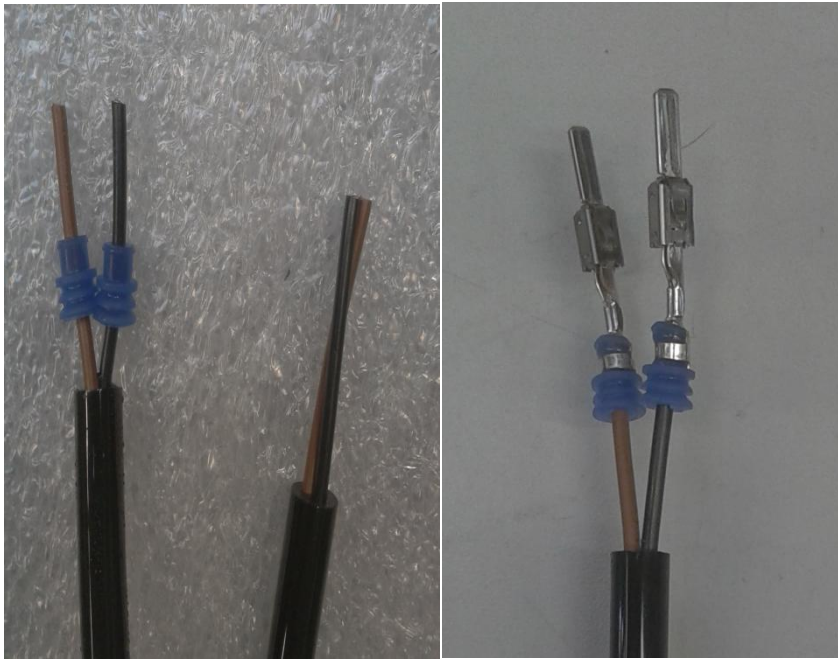
Pri tejto operácii sa na koniec kábla nasadí tzv. ochranná guma. Navliekanie prebieha pomocou prístroja (trojnožky) na ktorú sa nasadí guma. Pomocou pedálu na zemi pracovník trojnožku roztiahne a tým vznikne priestor, do ktorého sa kábel vsunie. Po stiahnutí trojnožky je možné kábel aj s gumou vybrať. Kábel je nutné namočiť do peny nasiaknutej olejom, aby ho bolo možné do gummy vsunúť. Ochranná guma sa nenavlieka na všetky druhy káblov, ale predstavuje väčšinu. Guma chráni spojenie káble s konektorom. Prístroj, kábel s ochrannou gumou penu s olejom vidíte na obrázku.



Obrázok 15 Prístroj a ochranná guma (vlastné spracovanie)

Navlečenie seal tesnenia a narazenie kontaktov

Seal tesnenia predstavujú dve maličké gumičky. Na každú žilu kábla jedno tesnenie. Navliekanie prebieha ručne, jeho presné umiestnenie je veľmi dôležité. V prvom kroku som písal, že odizolovanie predstavuje prvú operáciu. Toto platí na jednej strane/konci vodiča. Druhý koniec vodiča sa odizoluje až po navlečení seal tesnenia (to znamená po odizolovaní, zastreknutí a navlečení ochrannej gummy). Na seal tesnenie sa ďalej naráža kontakt pomocou zariadenia. Pracovník presne vloží kábel do stroja a ten kontakt narazí. Stroj sa spúšťa pedálom. Na jednom kábli sa narazia dva kontakty. Seal tesnenia s narazenými kontaktmi si všimnete na obrázku.



Obrázok 16 Seal tesnenia a narazené kontakty (vlastné spracovanie)

Pólovanie konektoru

Narazené kontakty sa zasúvajú do konektoru (krabičky). Používa sa viacero druhov konektorov, ktoré sa môžu skladať z jedného, dvoch alebo troch dielov. Súčasťou tejto operácie je nasunutie už pripravenej ochrannej gumy (ak je súčasťou) na konektor a kontrola pólovania. Pri kontrole sa zisťuje, či je kontakt dobre vložený do konektoru. Na obrázku sú zobrazené konektory, v pravej časti je biely konektor zložený z dvoch dielov spolu s ochrannou gumou a v ľavej časti je konektor bez ochrannej gumy.

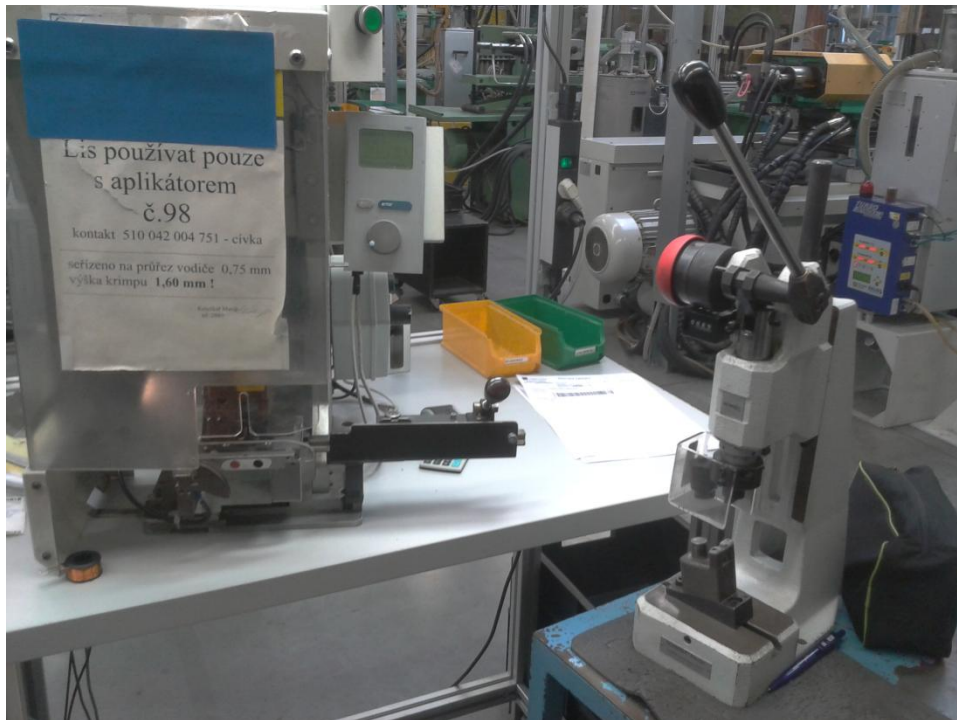


Obrázok 17 Rôzne druhy konektorov a jeho časti (vlastné spracovanie)

Narážanie a ohýbanie cievky

Jedná sa o dve rôzne operácie, ktoré spolu úzko súvisia. Narážanie predstavuje spojenie už upraveného kábla (z predchádzajúcich operácií) s cievkou do jedného celku. Narážanie prebieha na stroji, ktorý obsluhuje jeden pracovník. Cievka sa presne usadí na určené mies-

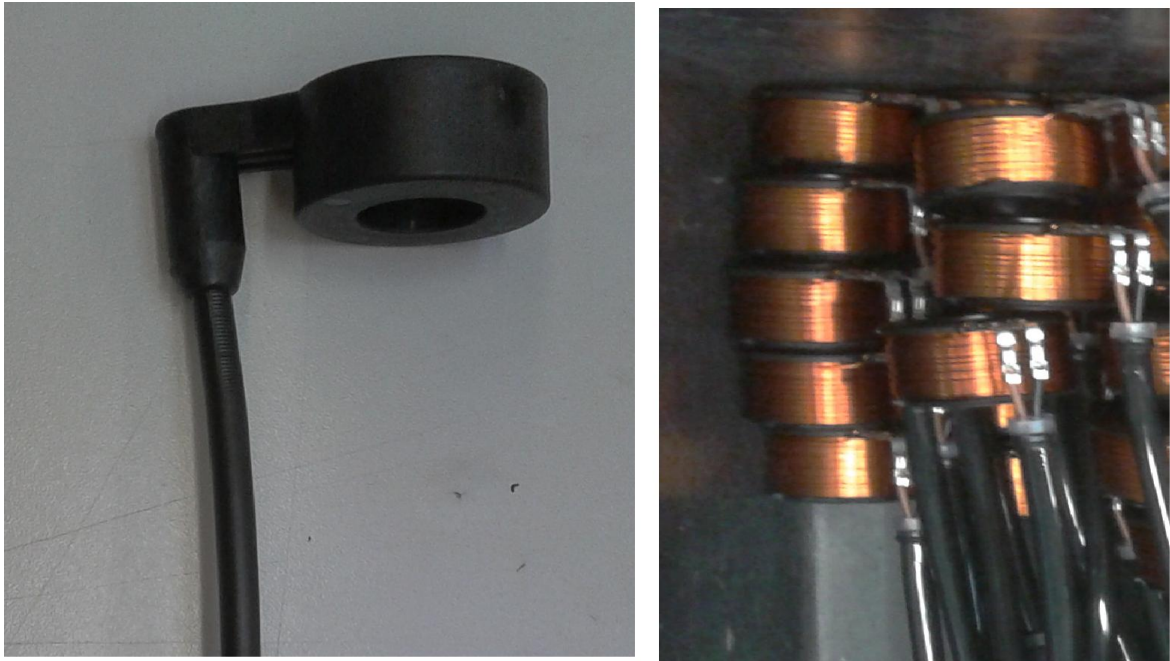
to a zasunie sa do stroja. Priloží sa kábel ku kontaktu na cievke a stroj sa spustí pomocou pedálu nohou. Dôjde k narazeniu (k spojeniu kábla s cievkou). Cievka, teraz už spojená s káblom, sa vytiahne zo stroja a usadí sa presne na miesto do nasledujúceho mechanického stroja. Tento celok je zatiaľ rovný. Usadená cievka sa ohne pomocou páky, ktorú pracovník manuálne potiahne. Na obrázku vľavo je stroj na narážanie cievok a v pravej časti na ohýbanie.



Obrázok 18 Narážanie a ohýbanie cievok (vlastné spracovanie)

Nástrek cievky

Nástrek cievky sa vykonáva na lise po dvoch kusoch naraz. Pracovník vloží dve cievky do presne určeného miesta vo forme. Stroj cievku obstrekne čiernou plastovou hmotou, ktorá ju chráni pred porušením a taktiež chráni aj spoj cievky s káblom. Po nástreknutí sa cievky vyberú, vykoná sa zrková kontrola. Vľavej časti obrázku je cievka s čiernym plastovým nástrekom. V pravej časti sú cievky bez nástreku s odkrytým medeným drôtom.



Obrázok 19 Cievka s nástrekom a bez nástreku. (vlastné spracovanie)

Elektrický test

Jedná sa o predposlednú operáciu. Elektrickým testom prechádzajú všetky výrobky ide teda o 100 %-nú kontrolu produkcie. Kontrola prebieha pomocou zariadenia, ktorého kapacita je 6 ks. Hotová cievka prechádza viacerými rôznymi stanoviskami elektrickej kontroly. V prípade, že je kus v poriadku prebehne na ňom potlač a označenie. V prípade chybného kusu stroj kábel prestrihne, a tým úplne znehodnotí a zabráni ďalšiemu neželanému použitiu. Operáciou elektrický test prechádzajú aj výrobky z iných liniek, teda nie len zo sledovanej linky ZF CDCe. Toto isté platí aj pre poslednú operáciu, ktorou je kontrola a balenie. Tým pádom, že sa jedná o zdieľané pracovisko (operáciu), nebude predmetom optimalizácie linky.

Kontrola a balenie

Je to posledná operácia pred odoslaním produkcie zákazníkovi. Na konečnej kontrole sa sleduje správna dĺžka, správnosť poskladania komponentov a ďalšie prípadné nedostatky, ktoré sa dajú pozorovať zrakovou kontrolou. Zhodné kusy sa zabalia a pripravia na expedíciu. Elektrický test a kontrola s balením tvoria akúsi samostatnú, nezávislú bunku s určenými pracovníkmi kontroly.

4.2 Diverzifikácia sortimentu výroby

Doteraz som popísal základnú výrobu bežnej cievky. Daným postupom prechádzajú všetky vyrábané cievky. Avšak existujú aj druhy, ktorých výroba si vyžaduje operácie navyše, alebo spôsobujú zmeny v pracovnom postupe. Tieto doplnkové činnosti tvoria veľké odlišnosti vo výrobnom procese. Spomínané druhy cievok tvoria podstatnú časť z celkovej výroby. Preto je dôležité ich analyzovať a zaradiť ich do samotnej optimalizácie.

Celkový sortiment výroby cievok som rozdelil do 3 základných rodín výrobkov alebo kategórií. Každý druh /kategória sa vyznačuje zhodným výrobným a technologickým postupom. Nasledujúce tri rodiny sú: základné cievky, dlhé cievky s Wellhrohrom, a cievky s nástrekom tulle.

4.2.1 Základné cievky

Do prvej kategórie som zaradil cievky, ktorých výrobný postup je popísaný v predchádzajúcej kapitole. Táto rodina výrobkov predstavuje kosť výroby a ich podiel je najväčší. Nazvem ich základné cievky. Základných cievok existuje veľa variácií. Jedná sa najmä o rozdielne dĺžky káblov, rozdielne konektory, existencia alebo absencia ochrannej gumy a pod. Neexistujú rozdiely, ktoré by ovplyvňovali výrobný alebo technologický postup, preto sú zaradené v jednej kategórii. Na obrázku je jeden druh cievky z rodiny základných cievok. Môžeme si všimnúť, že obsahuje všetky zložky popísane v kapitole o základnom výrobnom postupe (cievku, tá je však ešte tesne pred nástrekom, kábel s konektorom a ochrannou gumou, vo vnútri konektora sa nachádzajú seal tesnenia a narazené kontakty).



Obrázok 20 Základné cievky (vlastné spracovanie)

4.2.2 Dlhé cievky s Wellhrohrom

Základnou odlišnosťou v rodine dlhých cievok s Wellhrohrom je poznať už zo samotného názvu. Prvou odlišnosťou je dĺžka. Tá síce nemá vplyv na výrobný alebo technologický postup ale spôsobuje veľké komplikácie s manipuláciou (čo ma za následok dlhšie operačné časy). Dĺžka základný cievok predstavuje cca 30 cm, ale dĺžka Wellhrohrových cievok môže dosahovať aj viac ako 1m. Taktiež existuje viacero variant dlhých cievok s Wellhrohrom, ale opäť sa jedná len o drobné odlišnosti, ktoré si v danej rodine nevyžadujú zmeny v operáciách. Druhou a zásadnou odlišnosťou je montáž samotného Wellhrohu. Je to vlastne akýsi vrúbkovaný čierny ochranný obal kábla, ktorého montáž si vyžaduje niektoré operácie navyše. Na obrázku sú zobrazené dlhé wellhrohrové cievky. Môžete si všimnúť, že sú omnoho dlhšie ako ostatné druhy cievok a povrch kábla je ochránený vrúbkovaným plášťom – Wellhrohrom.



Obrázok 21 Dlhé cievky s Wellhrohrom (vlastné spracovanie)

Pri výrobe Wellhrohrových cievok je nevyhnutná operácia „Montáž Wellhrohu“. I keď sa jedná o jednu operáciu, musí sa vykonávať na dvakrát. Výroba prebieha najskôr podľa základného výrobného postupu. To znamená: odizolovanie vodiča, nástrek, navlečenie ochrannej gummy (v tomto prípade sa môže jednať o dve ochranné gummy, jedna pre konektor

– nemusí byť vždy a druhá pre Wellrohr – tá sa nasadzuje vždy), nasadenie seal tesnenia a narazenie kontaktu, pólovane konektoru. Ďalej nasleduje oproti klasickému postupu operácia „montáž Wellhrohu“. Najskôr sa nasunie Wellrohr (býva iba o trošku kratší ako kábel) na kábel. Potom polovýrobok pokračuje ďalšími bežnými operáciami. Narazenie a ohýbanie cievky, nástrek cievky. Po nástreku cievky sa musí Wellhrohrový kábel vrátiť na operáciu montáž, kde prebehne jeho druhá fáza. Tou je natlačenie navlečeného Wellhrohu na už nastreknutú cievku pomocou stroja. Pracovník založí kábel do dvoch úchyto, jeden na cievke a druhý na Wellhrohu. Pomocou obojručným stlačením dvoch tlačidiel, stroj natlačí koniec nastreknutej cievky do otvoru vo Wellhrohu. Ďalej sa Wellrohr musí olepiť páskami rôznej farby. Tieto pásky sú umiestnené po obvode v presne stanovenej vzdialenosti od začiatku kábla s cievkou. Páska sa reže na rezačke na určité kúsky a potom sa olepuje na Wellrohr. Takto dokončená cievka pokračuje operáciami elektrický test a konečná kontrola.

4.2.3 CIEVKY S NÁSTREKOM TULLE

Cievky s tulle obsahujú v strede kábla gumený nástrek, ktorý sa nazýva tulle. Môžete si na obrázku všimnúť, v strede kábla medzi cievkou a koncom kábla s navlečeným seal tesnením. Má oválny tvar akoby so zárezmi. Opäť sa aj káble v rodine tulle môžu odlišovať drobnosťami, ktoré však nemajú zásadný vplyv na priebeh výroby (druh konektoru, dĺžka a pod.). Zásadnou odlišnosťou od bežných cievok a spoločnou vlastnosťou v rodine cievok s tulle je spomínaný gumený nástrek, ktorý sa robí na ďalšom lisovacom stroji za pomoci vstrekovacej formy.



Obrázok 22 Cievka s tulle (vlastné spracovanie)

Pri výrobe cievok s nástrekom tulle sa stretávame s novou operáciou „Nástrek tulle“. Taktiež tu dochádza k zmene poradia jednotlivých základných operácií. V nasledujúcich riadkoch výrobný postup rodiny cievok s tulle popíšem.

Začína sa operáciou odizolovanie vodiča, nasleduje nástrek. V tomto bode dochádza k zmene poradia operácií. Preskočíme k operácií narážanie a ohyb cievok (podľa základného výrobného postupu malo nasledovať navlečenie ochranných gúm, seal tesnenia, narážanie kontaktov a pólovanie). Keď je cievka nasadená a ohnutá pokračujeme nástrekom cievky na lise. Po nástreku cievky sa výroba presúva na ďalší lis, kde sa nástrekuje samotné tule (popísané a zobrazené na obrázku vyššie v texte). Až v tejto fáze výroby môžeme pokračovať základným postupom. To znamená navlečenie ochrannej gumy (ak je to potrebné), navlečenie seal tesnenia a narazenie kontaktov, pólovanie a test pólovania, celú operáciu zavšíme elektrickým testom, kontrolou a balením.

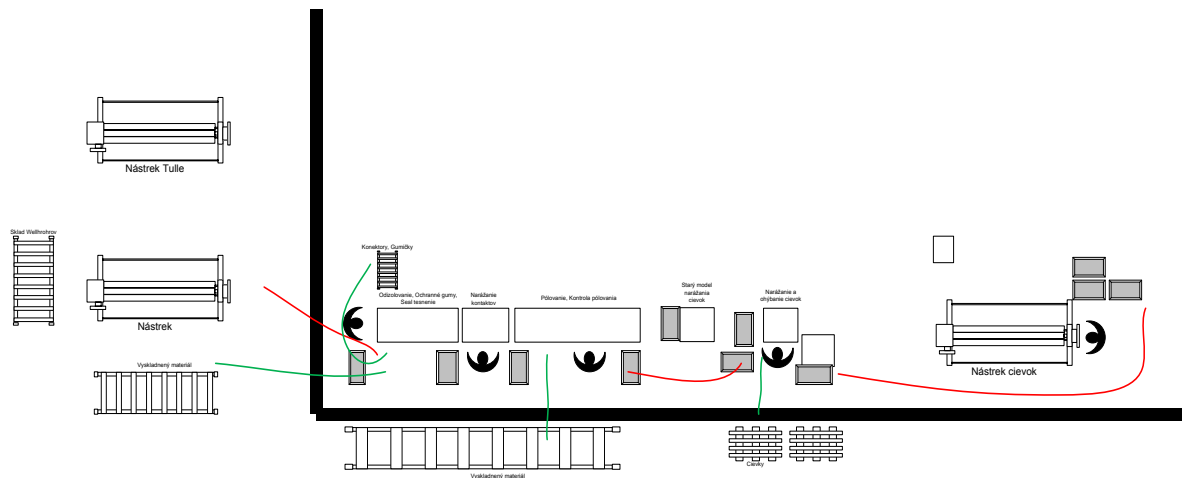
Naskytuje sa tu otázka, prečo je potrebná zmena výrobného postupu a nestačí len medzi operácie vsunúť nástrek tulle, alebo ho zaradiť ako konečnú operáciu? Dôvod je ten, že do vstrekovacej formy nie je možné vložiť cievku po pólovaní (s konektorom), nevmetí sa tam. Taktiež je nevyhnutné urobiť nástrek tulle až po nástreku cievky, a to kvôli tomu, že forma je prispôbena na cievku po nástreku.

4.3 Analýza linky ZF CDCe

4.3.1 Layout

Budem sa zaoberať analýzou layoutu a najmä sa pokúsim presne popísať vzdialenosti a trasy, ktoré prejdú jednotlivé druhy rodiny výrobkov. Poukážem na nevhodné rozloženie (na usporiadanie linky, ktoré nie je v súlade so zásadami štíhleho pracoviska) jednotlivých stredísk a materiálu. Táto analýza poskytne východisko pre optimalizáciu usporiadania linky a materiálu. Obrázky uvedené nižšie uvádzajú pôvodný stav pracoviska, čiže pred akoukoľvek zmenou alebo zásahom. Uvádzané vzdialenosti a trasy som znázornil kvôli lepšej prehľadnosti pre každú z rodiny cievok zvlášť. Červené čiary predstavujú trasy, po ktorých musia zamestnanci presúvať, rozpracovanú výrobu medzi jednotlivými pracoviskami. Čiary znázornené zelenou farbou sú trasy, ktoré pracovníci prejdú v prípadoch, keď si musia ísť pre vyskladnený materiál a pripraviť si ho na pracovnú linku.

Základné cievky



Obrázok 23 Layout a trasy pri výrobe základných cievok (vlastné spracovanie)

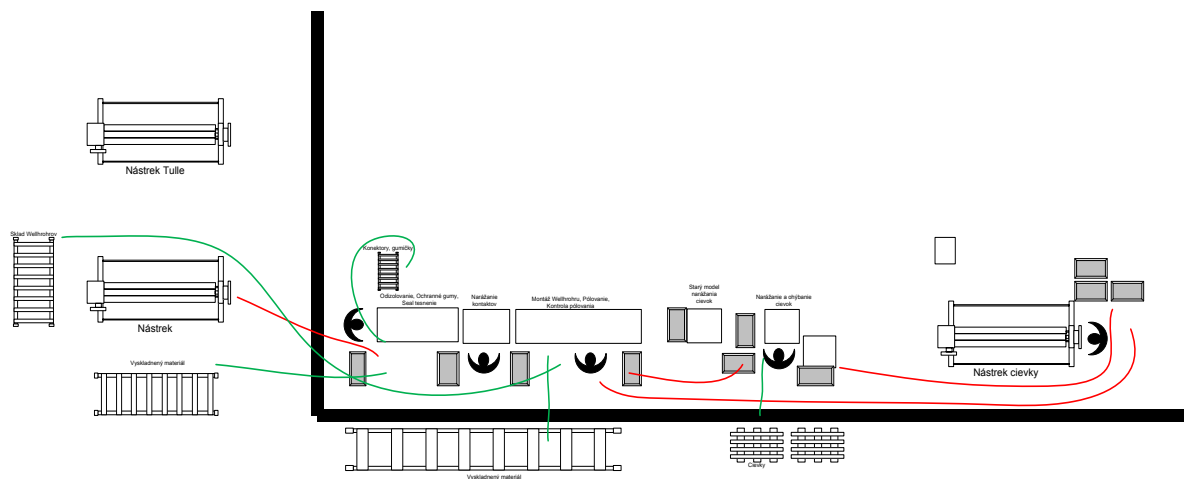
Na prvom obrázku je jasné, že sa jedná o rodinu cievok s najkratšími vzdialenosťami, ktoré musia pracovníci počas výroby prekonávať. Jednak pri premiestňovaní načatej výroby medzi jednotlivými operáciami, tak aj pri doplňovaní materiálu na pracovisko. Tok výroby je jednosmerný (na obrázku zľava doprava), nie je potrebné výrobu vracať späť na dokončovanie alebo úpravu. Nedostatkom sú pomerne veľké vzdialenosti medzi jednotlivými operáciami a najmä medzi lismi (v ľavej časti obrázku- nástrek káčka a v pravej časti obrázku – nástrek cievok) a operáciami na pracovnej linke. Taktiež vidím neefektívne zaradenie starého typu narážača cievok do linky. Tento prístroj sa používa len sporadicky a objem výroby daného typu cievok sa postupne znižuje a plánuje sa jej zrušenie. Typ usporiadania pracovnej linky sa najviac blíži k I – linke resp. bunke. Toto usporiadanie považujem za nevhodné, skôr by som zvolil formu U alebo L bunky. Odôvodním to potrebou zamestnancov prechádzať medzi jednotlivými operáciami. Tieto vzdialenosti by sa pri U alebo L linke mohli skrátiť.

Umiestnenie vyskladneného materiálu pôsobí chaoticky a neorganizovane. Jednak je často vyskladnený materiál, ktorý sa dlhú dobu nepoužije a je pomerne ďaleko od pracoviska, na ktorom je potrebný. Taktiež nie je vždy jasné, na akom mieste sa presne nachádza a kedy bude vo výrobe potrebný.

Budem sa zaoberať vzdialenosťami, ktoré je počas výroby rodiny základných cievok nevyhnutné prekonať. Vzdialenosti udávam v krokoch. Dĺžka môjho kroku je približne 0,65 m.

8 krokov od výrobnéj linky (operácia odizolovanie) po nástrek na lise v ľavej časti layoutu. 8 krokov späť po nástreku na výrobnú linku. Prebiehajú procesy na výrobnéj (montážnej časti) linky (odizolovanie, navliekanie ochranný gúm, seal tesnenia, narážanie kontaktov, pólovanie). Ďalej je polovýrobok nutné premiestniť 5 krokov z výrobnéj linky po operáciu narážanie a ohýbanie cievok (jedná sa o obchádzanie starého stroja na narážanie cievok). Po narazení je vzdialenosť na poslednú operáciu (nástrek cievok) 19 krokov. Výrobky sa posielajú na kontrolu tá je 3 kroky od lisu. Všetky presuny výroby spolu predstavujú 43 krokov.

Dlhé cievky s Wellhrohrom



Obrázok 24 Layout a trasy pri výrobe cievok s Wellhrohrom (vlastné spracovanie)

V ďalšej časti budem pokračovať popisom layoutu pri výrobe Wellhrohrových cievok. Layout je rovnaký, taktiež aj jednotlivé vzdialenosti medzi operáciami. Avšak výrobný postup je mierne odlišný, sú pridané niektoré operácie a to spôsobuje, že výroba už nie je jednosmerná. Je nutné, aby sa výrobok vrátil späť na niektoré operácie a tým pádom sa kumulujú vzdialenosti, ktoré musí výrobok prekonať.

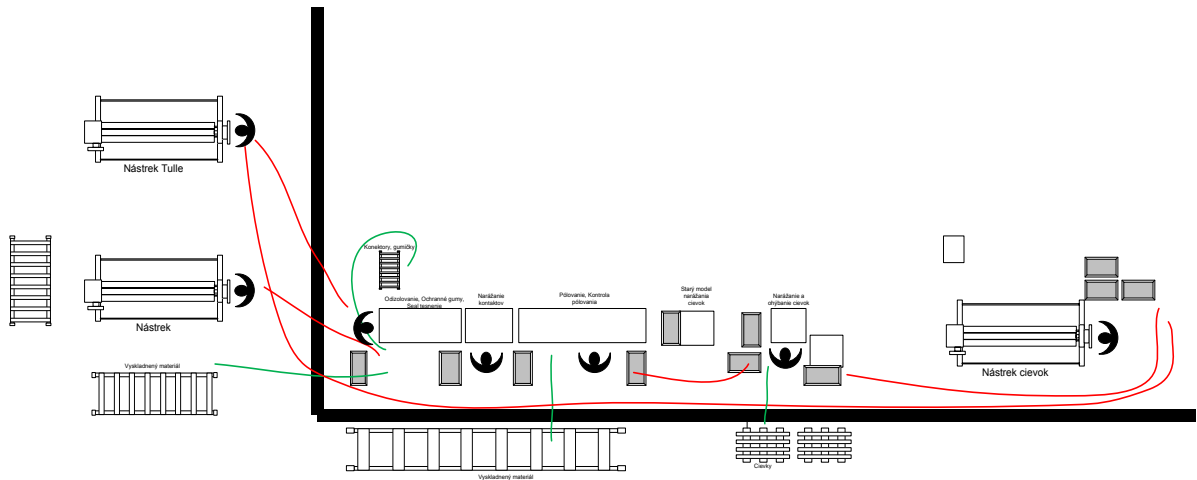
Základné nedostatky v rozmiestnení pracoviska a materiálu sú zhodné s tými, ktoré som popísal v predchádzajúcej časti pri základných cievkach. Navyše však vytknem veľmi vzdialené umiestnenie Wellhrohrov. Regál sa nachádza úplne v ľavej časti obrázku.

Tak ako v predchádzajúcej časti, aj teraz popíšem vzdialenosti, ktoré prekoná výrobok od začiatku až po jeho dokončenie v krokoch. Bude jasne preukázané, že tento typ cievok je náročnejší na prekonané vzdialenosti oproti základným druhom cievok.

Opäť začneme 8 krokov od výrobnéj linky (operácia odizolovanie) po nástrek na lise v ľavej časti layoutu. 8 krokov späť po nástreku na výrobnú linku. Ďalej prebiehajú operácie na výrobnéj (montážnej časti) linky (odizolovanie, navliekanie ochranných gúm, seal tesnenia, narážanie kontaktov, pólovanie). Pokračujeme presunom polovýrobkov na narážanie cievok 5 krokov. Ďalej 19 krokov predstavuje presun na nástrek cievok. Doteraz sú prejdené vzdialenosti aj výrobný postup totožný s rodinou základných cievok. Všetky predchádzajú nové operácie súvisiace s montážou Wellhrohru. Z nástreku cievok výroba pokračuje opäť na montážnej časti výrobnéj linky, čo predstavuje 24 krokov. Tam je montáž Wellhrohru dokončená a putuje spätným smerom na kontrolu vzdialenú 27 krokov od výrobnéj linky. Spolu tieto vzdialenosti predstavujú 91 krokov čo je o 48 krokov viac ako pri základnom výrobnom postupe. Takmer dvojnásobok.

Ďalším faktorom, ktorý tu zohráva dôležitú rolu je zložitá manipulácia s cievkami, a to kvôli dĺžke káblov. Tá môže presahovať aj jeden meter. Navyše výrobná dávka Wellhrohrových cievok je iba 50 ks, čo je dva až trikrát menej ako u krátkych cievok či už základných, alebo s nástrekom tulle (tu bývajú výrobné dávky 100 a 150 ks, ktoré sa presúvajú naraz v prepravkách). Čiže presuny výrobkov sa uskutočňujú 2 až 3-krát častejšie.

Cievky s nástrekom tulle



Obrázok 25 Layout a trasy pri výrobe cievok s tulle (vlastné spracovanie)

V tretej časti sa budem venovať najkomplikovanejšej z troch druhov cievok z hľadiska prepravených vzdialeností, cievke s nástrekom tulle. Opäť platia všeobecne popísané nedostatky v rozmiestnení, spomínané v prvej časti. Pripomeniem odlišnosť danej cievky od základnej. Tá je v nástreku tulle (gumený valcovitý nástrek v strede kábla), ktorý sa robí na lise. Z dôvodu tvaru vstrekovacej formy, do ktorej nie je možné vmestiť kompletnú cievku, je nutné niektoré operácie preskočiť a potom sa k nim vrátiť. Táto komplikácia v pracovnom postupe má za následok zvýšenú potrebu prepravy polovýrobov.

Pri krokování opäť začíname, ako je to aj u predchádzajúcich dvoch druhoch, od odizolovania na výrobnéj linke 8 krokov po nástrek v ľavej časti layoutu. Ale v tomto prípade ideme z lisu rovno k narážaniu a ohýbaniu cievok a preskočíme montážnu linku, čo predstavuje 26 krokov. Po narážaní a ohnutí cievky pokračujeme 19 krokov k nástreku cievky v pravej časti obrázku. Teraz nasleduje asi najdlhší presun zo všetkých sledovaných výrobkov, a to z nástreku cievky z konca výroby je potrebné presunúť načatú výrobu na začiatok. Čiže na operáciu nástrek tulle, ktorý je vzdialený 38 krokov. Po nastrieknutí tulle pokračujeme klasickými operáciami (odizolovanie, navliekanie ochranný gúm, seal tesnenia, narážanie kontaktov, pólovanie). Na záver musíme všetky výrobky presunúť na kontrolu, ktorá je od výrobnéj linky vzdialená 27 krokov podobne ako v prípade Wellhrohových cievok. V súčte jeden výrobok, respektíve výrobná dávka cievok s nástrekom tulle

prejde až 130 krokov. Čo predstavuje trojnásobok vzdialenosti oproti základnému modelu cievky. Jedna výrobná dávka obsahuje približne 100 alebo 150 kusov v jednej prepravke.

Na záver podkapitoly uvediem zhrnutie odkrokovovaných vzdialeností medzi jednotlivými operáciami a pre jednotlivé rodiny cievok. V tabuľke si môžete všimnúť veľké rozdiely v prejdenej vzdialenostiach. Podotýkam, že sa jedná o výrazné plytvanie (nadbytočná preprava). Jedným z hlavných cieľov nového usporiadania výroby cievok bude tieto vzdialenosti minimalizovať na čo najnižšiu možnú mieru. Usporiadať výrobu tak, aby aj napriek odlišnostiam vo výrobných postupoch bolo možné vzdialenosti zjednotiť, alebo aspoň priblížiť k podobnej miere. Ďalším cieľom nového layoutu bude odstrániť nedostatky zmienené na začiatku podkapitoly. Zoštíhlenie layoutu, lepšie umiestnenie materiálu, usporiadať linku do vhodnejšieho tvaru L resp. U.

Tabuľka 2 Vzdialenosti v krokoch (vlastné spracovanie)

	Základné cievky	Dlhé Wellhrohrové cievky	Cievky s nástrekom tulle
Od linky (odizolovanie) k nástreku	8	8	8
Z nástreku po narážanie a ohýbanie cievok			26
Z narážania a ohýbania po nástrek cievok			19
Z nástreku cievok po nástrek tulle			38
Z nástreku tulle po výrobnú linku			12
Z nástreku káčka k linke	8	8	
Z linky k narážaniu a ohýbaniu cievok	5	5	
Z narážania po nástrek cievok	19	19	
Z nástreku cievok po kontrolu	3		
Z nástreku cievok k linke		24	
Z linky po konečnú kontrolu		27	27
Spolu	43	91	130

4.3.2 Stav vizualizácie, štandardizácie a 5S

Úroveň vizualizácie a štandardizácie na linke ZF CDCe je na nízkej úrovni. Nie je presne vypracovaná dokumentácia týkajúca sa sledovanej oblasti. Na linkách môžeme nájsť technologické postupy. Ich štúdium a vyhľadanie je mierne zložité. Umiestnenie neprehľadné a nepraktické. Veľká časť technologických postupov pre jednotlivé druhy cievok sa nachádza mimo pracovnú linku. V prípade potreby ich štúdia je nutné vyhľadať ich mimo vý-

robnú linku. Zamestnanci nie sú zvyknutí tieto dokumenty využívať. Rovnako ani nie je vedením spoločnosti sledované, či sa dané dokumenty využívajú za účelmi, na ktoré boli vytvorené.

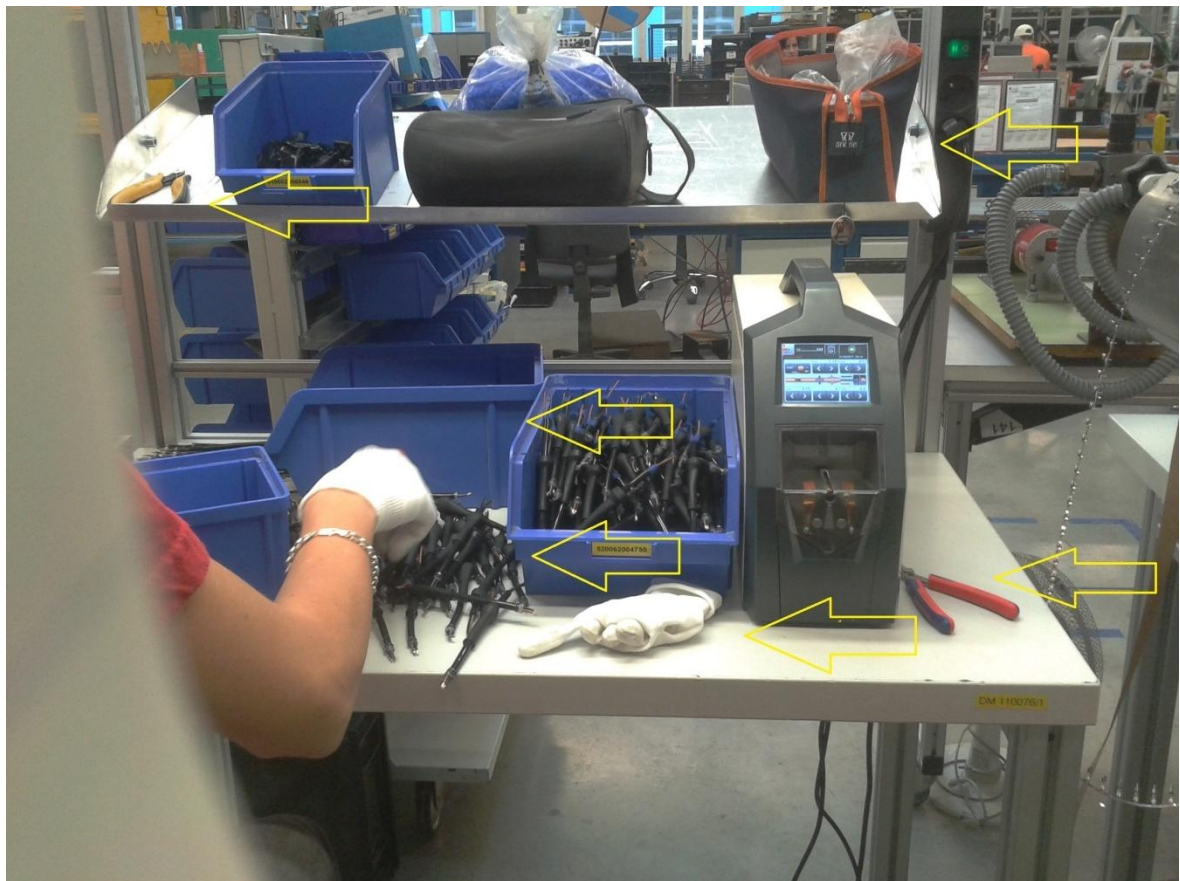
Na sledovanom pracovisku, ale aj v celej výrobe môžeme spozorovať základné prvky vizualizácie (označenie pracoviska, značenie na podlahe – pracovný priestor, cesty, priestor pre vyskladnený materiál). Spoločnosť sa snaží aplikovať systém vizualizácie komplexnejšie, avšak chýba spätná kontrola a dodržiavanie jej pravidiel. Taktiež si myslím, že nie je schopná ju plnohodnotne aplikovať a využívať (napr. zakúpená tabuľa, ktorá má slúžiť na zobrazenie a rozpis pracovných zmien a informácií s tým súvisiace – využívaná len čiastočne). Príkladom nedodržiavania pravidiel vizualizácie je obrázok, na ktorom materiál, polovýrobky, prepravky zasahujú do vyznačenej cesty a nemajú presne určené svoje miesto.



Obrázok 26 Nedostatky v dodržiavaní systému vizualizácie (vlastné spracovanie)

Systém 5S ako komplexný celok spoločnosť zavedený nemá. Mohli by sme si všimnúť pár činností, ktoré spadajú do 5S, jedná sa predovšetkým o udržiavanie čistoty a poriadku na pracovisku. Vytriedenie nie je úplné, čiže na pracovisku sa niekedy nachádzajú pomôcky,

ktoré sa nevyužívajú. Taktiež jednotlivé pracovné pomôcky, materiál a pod. nemajú presne určené a vyznačené svoje miesto. To spôsobuje chaos alebo predlžuje dobu hľadania a odoberania materiálu a pomôcok. A ak aj niektoré prvky majú určené svoje miesto, zamestnanci nie vždy dodržia stanovený postup. Podnik sa snaží o pravidelné udržiavanie čistoty a poriadku na pracovisku, v tomto pilieri problém nenachádzam. Ako som spomínal už v predchádzajúcich riadkoch, úroveň štandardizácie považujem za veľmi nízku, respektíve som ju ani nezaznamenal. Systém udržiavania alebo zachovania, nie je vypracovaný a podstate sa stráca jeho zmysel, keďže chýbajú predchádzajúce piliere. Je treba postupovať postupne a vypracovať základné piliere a až potom sa snažiť o udržiavanie a zlepšovanie. Na obrázku nižšie je zobrazené neusporiadané a neštandardizované pracovisko odizolovania, navliekania ochranných gúm a seal tesnenia.



Obrázok 27 Neusporiadané a nestandardizované pracovisko (vlastné spracovanie)

Ako príklad nie správne usporiadaného pracoviska som uviedol obrázok. Môžeme si všimnúť hneď niekoľko „prešľapov“ voči pravidlám 5S, vizualizácie a štandardizácie. V zachytenom pracovnom priestore nie sú označené žiadne značky, ktoré by určovali, ako majú byť jednotlivé prvky usporiadané. Polovýrobky (káble zatiaľ bez cievok) sú z polovi-

ce rozhodené na stole. Pracovník nevyužívá nádobu na odoberanie a odkladanie. Pracovné nástroje sú taktiež voľne odložené bez označenia (všimni si kombinačky v rohoch obrázku a rukavice v strede obrázku). Voľná v danom momente nevyužitá krabička položená na pracovnom stole.

4.4 Analýza procesu

V kapitole analýza procesu budem vychádzať z procesnej mapy. Pomocou nej jasne určím spotrebu času na jednotlivé operácie, na celý proces výroby jedného kusu výrobku, prípadne celej dávky výrobkov. Ďalej budem čerpať informácie o spotrebe času z internej dokumentácie (dielenských zákaziek). Na základe môjho uváženia niektoré činnosti zanalyzujem pomocou metódy MOST. Avšak pri spotrebe časov budem vychádzať hlavne z priameho merania jednotlivých operácií pomocou stopiek. Budem tak schopný porovnať jednotlivé zdroje spotreby a určiť, koľko času tvorí pridaná hodnota a koľko plytvania. Vďaka tejto analýze zistím úzke miesto výroby, ktoré bude dôležitým bodom pri následnej optimalizácii.

Základné cievky

V tabuľke procesnej mapy sú znázornené všetky činnosti vykonávané pri výrobe základných druhov cievok spolu s časmi a prekonanými vzdialenosťami pri preprave. V činnosti „záverečná kontrola a balenie“ chýba časový údaj. Avšak ten pre moje potreby nie je podstatný. Ako som už uvádzal v predchádzajúcich častiach analýzy, táto časť výroby predstavuje relatívne samostatný celok a zaoberá sa kontrolou aj iných druhov výroby.

V procesnej mape sa nachádzajú dva časové údaje. Jeden je získaný priamym meraním spotreby času pri jednotlivých činnostiach pomocou stopiek. Druhý časový údaj je získaný z dokumentácie „Dielenské zákazky“ kde pracovníci uvádzajú dátum, počet hodín, počas ktorej operáciu vykonávali, množstvo zhodných (kvalitných) kusov, ktoré za daný čas vyrobili. Ale v procesnej mape udávam časové údaje na jeden kus, čiže som podelil celkový čas počtom vyrobených kusov.



FORSCHNER

Dílenská zakázka

Nr: FN-ES-017c
 Platný od: 1.9.2012
 Verze: 00
 Vyhotožil: Hejčíl

1. Informace o zakázce:

Číslo dílu: 446000006520	Název operace: Pólování	Počet kusů: 350 ks	Zakázka: Začátek: 25.01.2013 Konec: 01.02.2013
Číslo operace: 50	Číslo zakázky: 84889	Zákaznické číslo: 00 2470 003 519	Číslo výkresu: 002470398000_TO
Označení: Cívka CDCe bauraum.		Středisko: 96000	Pracoviště: 20 - 005

2. Čárové kódy:

Kód zakázky a operace:



3. Informace o výrobě:

Datum	Počet hodin	Jméno / osobní číslo	Shodné kusy	Neshodné kusy				Systém		Přerušení		
				počet	kód	počet	kód	počet	kód	ano	ne	čas(h)
20.1.13	2,5	Foglerová 7216, 7634	350						<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Obrázok 28 Vzor dielenskej zakázky (vlastné spracovanie)

Ako posledný údaj som uviedol vzdialenosť pri preprave v metroch . V procesnej mape som neuvádzal údaje o skladovaní materiálu pred začatím výroby, pretože doba skladovania nie je žiadnym spôsobom štandardizovaná a existujú tam veľké časové rozdiely.

Tabuľka 3 Procesná analýza základných druhov cievok (vlastné spracovanie)

	Činnosť	Operácia	Transport	Kontrola	Doba trvania v sek. (priamy námer)	Doba trvania v sek. (dielenská zákazka)	Vzdialenosť v metroch
1	Odizolovanie vodiča 2 krát	●			5,8	12,9	
2	Preprava k nástreku káčka		➡				5,2
3	Nástrek káčka	●			18,33	21,2	
4	Preprava k linke		➡				5,2
5	Navlečenie ochranej gumy	●			6,5	8	
6	Navlečenie seal tesnenia	●			13,42	16,5	
7	Narazenie kontaktov	●			21,1	25	
8	Pólovanie kontaktoru	●			13,8	26,7	
9	Kontrola pólovnia			◆	4,5	12,9	
10	Preprava na narážanie a ohýbanie cievok		➡				3,25
11	Narážanie a ohýbanie cievok	●			11,9	14,5	
12	Preprava na nástrek cievok		➡				
13	Nástrek cievok	●			21,7	25,6	
14	Preprava na kontrolu		➡				12,35
15	Záverečná kontrola a balenie			◆			
16	Spolu				122,85	163,3	26

Pri porovnaní súčtu časov operácií medzi časmi priamych meraní a dielenských zákaziek vzniká rozdiel takmer 50 sekúnd na jeden kus. Týchto 50 sekúnd považujem za plytvanie ktoré sa počas výroby naskytlo. Pretože čas získané priamym sledovaním pomocou stopiek sú očistené od akýchkoľvek nedostatkov (plytvania), čiže sa jedná o čistú prácu a pridanú hodnotu. Avšak časy získané z dielenských zákaziek zahŕňajú aj všetky nedostatky a plytvania, ktoré sa počas výroby vyskytli (hľadanie materiálu, odchod z pracoviska za rôznymi účelmi nepridávajúce hodnotu alebo nesúvisiace s výrobou, opravy, často žiaľ aj nedisciplinovanosť pracovníkov). Túto skutočnosť som potvrdil aj pomocou metódy vopred určenej.

ných časov MOST. Zistil som, že časy činností zanalyzovaných pomocou MOSTU s minimálnymi plytvami sa zhodujú s nameranými časmi pomocou stopiek. Vzor niektorých analyzovaných časov pomocou MOSTU uvediem v prílohe. Upozorním, že v časoch operácií a ich súčtu nie je zahrnutý čas nutný na prepravu. Jedná sa o dobu, ktorú by sme dosiahli dosahovaní pri minimálnom plytvaní, čiže optimálnej výrobe.

Pri výrobe jedného kusu resp. dávky základných cievok dôjde k preprave polovýrobov v dĺžke 26 metrov. Jedná sa o najkratšiu vzdialenosť oproti ostatným rodinám cievok. Bližšie som túto problematiku popísal kapitole analýzy layoutu.

Úzkym miestom v tomto prípade je nástrek cievok. S časom 21,7 s. Je dôležité však upozorniť, že sa jedná o čas na jeden kus. Do lisu sa vkladajú ale dva kusy naraz čiže celá pracovná operácia trvá 43,4 s. Pre mňa je rozhodujúci údaj na 1 ks. Podľa údajov z dielenskej zákazky by úzkym miestom bolo pólovanie konektoru, ale ako som už zdôraznil rozhodujúce sú časy priameho merania, keďže ostatné údaje v sebe zahŕňajú aj plytvanie. Operácia stanovená ako úzke miesto (nástrek cievok) bude zohrávať kľúčovú úlohu pri následnej optimalizácii linky.

Dlhé Wellhrohrové cievky

Dostávame sa k procesnej mape cievok s Wellhrohrom. Základné charakteristiky obsahu procesnej mapy sú rovnaké ako som popísal pri rodinne základných cievok. Dôležité sú však odlišné údaje. Všimneme si, že čas potrebný na výrobu jedného výrobku je takmer dvojnásobný ako je to pri výrobe základnej cievky. Je to spôsobené náročnosťou operácií súvisiacich s montážou Wellhrohrov. Opäť sa vyskytuje takmer minútový časový rozdiel medzi čistými nameranými časmi operácií a časmi získanými z dielenských zákaziek, ktoré zahŕňujú aj rôzne formy plytvania.

Dĺžka prepravovaných vzdialeností dosahuje viacej ako dvojnásobok oproti základným druhom presne 59,15 metrov. Je to spôsobené zložitejším výrobným postupom a nedosahovaním jednosmerného toku výroby. Túto problematiku som bližšie popísal v kapitole Layout.

Úzkym miestom aj v tejto rodine výrobkov sa stáva nástrek cievky. Platí, že sa jedná o čas na jeden kus avšak výsledkom jedného pracovného cyklu sú dva výrobky. Opäť tu nastáva situácia, že pri časoch podľa dielenských zákaziek je úzkym miestom iná operácia ako podľa priameho merania. Rozhodujúcim sú však údaje práve z priameho merania.

Tabuľka 4 Procesná analýza dlhých Wellhrohrových cievok (vlastné spracovanie)

	Činnosť	Operácia	Transport	Kontrola	Doba trvania v sek. (priamy námer)	Doba trvania v sek. (dielenská zákazka)	Vzdialenosť v metroch
1	Odizolovanie vodiča, 2 krát	●			6,2	13,5	
2	Preprava k nástreku káčka		➡				5,2
3	Nástrek káčka	●			23,33	23	
4	Preprava k linke		➡				5,2
5	Navlečenie dvoch ochranných gúm	●			28	26	
6	Navlečenie seal tesnenia	●			22	20,6	
7	Narazenie kontaktov	●			27,7	33,5	
8	Pólovanie	●			16,2	26,7	
9	Navliekanie Wellhrohrov	●			13,15	75 spolu s 16 až 18	
10	Preprava k narážaniu a ohýbaniu cievok		➡				3,25
11	Narážanie a ohýbanie cievok	●			13,8	14,5	
12	Preprava k nástreku cievky		➡				12,35
13	Nástrek cievky	●			29,8	25,6	
14	Preprava na linku						15,6
15	Upevnenie Wellhrohru na stroji	●			10	75	
16	Olepenie Wellhrohru páskami	●			19,1		
17	Preprava ku kontrole		➡				17,55
18	Spolu				215,48	258,4	59,15

Cievky s nástrekom tulle

Na záver popíšem procesnú mapu pre cievky s tulle. Súčet časov operácií je väčší ako pri základných cievkach, ale menší ako je to pri cievkach s Wellhrohrom. Taktiež aj v tomto prípade sa vyskytuje prípad, že súčet časov získaný z dielenských zákaziek je približne

o 50 sekúnd dlhší ako súčet získaný priamym meraním. Z tejto skutočnosti vyvádzam, že plytvania na jednotlivých operáciách sa opakujú a sú podobné vo všetkých rodinách výrobkov. Kľúčová operácia nástrek tulle nepredstavuje takú časovú náročnosť necelých 20 sekúnd, ako operácia montáž Wellhrohu, ktorá trvá približne 75 sekúnd. Avšak s prepravnými vzdialenosťami je to presne opačne. Pri výrobe cievok s tulle jeden výrobok, alebo celá dávka prekoná najväčšiu vzdialenosť. Táto skutočnosť je spôsobená komplikovaným sledom operácií. Úzkym miestom je opäť nástrek cievky. Skutočnosť, že úzke miesto vo všetkých troch rodinách cievok je rovnaké, mi umožní sa lepšie naň sústrediť a zohľadniť ho v optimalizácií.

Tabuľka 5 Procesná analýza cievok s nástrekom tulle (vlastné spracovanie)

	Činnosť	Operácia	Transport	Kontrola	Činnosť v sek. (priamy námer)	Činnosť v sek. (dielenská zákazka)	Vzdialenosť v metroch
1	Odizolovanie vodiča 2 krát	●			5,8	12,9	
2	Preprava na nástrek káčka		➡				5,2
3	Nástrek káčka	●			18,33	21,2	
4	Preprava k narážaniu a ohýbaniu cievok		➡				16,9
5	Narážanie a ohýbanie cievok	●			11,9	14,5	
6	Preprava k nástreku cievok		➡				12,35
7	Nástrek cievok	●			21,7	25,6	
8	Preprava k nástreku tulle		➡				24,7
9	Nástrek tulle	●			19,75	27,5	
10	Preprava na linku		➡				7,8
11	Navliekanie ochranej gumy	●			6,5	8	
12	Navlečenie seal tesnenia	●			13,42	16,5	
13	Narazenie kontaktov	●			21,1	25	
14	Pólovanie	●			13,8	26,7	
15	Kontrola pólovania			◆	4,5	12,9	
16	Preprava na kontrolu		➡				17,55
17	Spolu				142,6	190,8	84,5

4.5 Plytvanie

Počas sledovania výroby som si všimol niektoré výrazné a často sa opakujúce, zbytočné činnosti, čiže plytvanie. Ich častý výskyt ma zaujal a snažil som sa ich nejakým vhodným spôsobom odmerať. Odmerané hodnoty nie sú úplne presné, ale poskytujú približnú predstavu, aké najmä časové straty vznikajú. V nasledujúcich riadkoch popíšem plytvania, ktoré som zachytil a považujem ich za veľmi výrazné.

Zbytočná manipulácia

Už v analytickej časti som popísal, že dlhé káble s Wellhrohrom sú náročne na manipuláciu kvôli ich dĺžke. Preto každá ďalšia nevyhnutná manipulácia spôsobuje veľké časové straty. A táto manipulácia s dlhými káblami je veľký zdroj plytvania. Zistil som, že každé zbytočné preloženie približne 10 kusov dlhých káblov trvá 8 až 10 sekúnd. Za zbytočnosť považujem to, že po ukončení jednej operácie, pracovník presunie káble opäť do prepravky, z ktorej ich zase berie nasledujúci pracovník a takýto postup sa opakuje. Tým pádom po takmer po každej operácii prebehne vzatie a odloženie do prepravky. Nový návrh layoutu by mal umožňovať predávanie polovýrobov z operácie na operáciu priamo na pracovný stôl a nebude potrebné využívanie prepraviek na prekladanie káblov.

S týmto súvisí aj ďalší problém. A to, že pracovník si pred vykonaním operácie zoberie niekoľko kusov káblov a preloží si ich v sede cez nohy. Z nôh si opäť odoberá po jednom kábli a vy potrebnú konáva operáciu (napríklad narážanie cievok) a potom ich odkladá nasledujúcemu pracovníkovi. Táto činnosť (preloženie dlhých káblov z kolena na vedľajšiu operáciu a uloženie ďalších na koleno) trvá približne 18 sekúnd a jedná sa približne o 10 kusov.

Za plytvanie považujem činnosť, keď pracovník pri operácii pálovanie zoberie z krabičky za hrst súčiastok konektora, položí ich na stôl a potom ich opäť zo stola odoberá a montuje na kábel. Táto celá činnosť trvá asi 11 sekúnd. Ďalej vzniká problém, že na pracovnom stole sa veľké množstvo materiálu pomieša a následne musí pracovník hľadať z kopy konkrétny diel, ktorý potrebuje.

Počítanie

Ďalšia činnosť, ktorú by som zaradil do tejto kategórie je počítanie káblov. Pracovníci majú zvyk počítať takmer po každej operácii počet káblov vo výrobe. Pritom každé jedno

počítanie a odloženie napočítaných kusov zaberá približne 10 sekúnd. K počítaniu dochádza priemerne po každom 20 kuse.

Zbytočné operácie

Tu by som zaradil nutnosť pri narážaní cievok vyrovnat' strapatý koniec odizolovaného kábla. Táto činnosť trvá približne 3 až 4 sekundy a je nutné ju vykonať pri každom kuse. Ďalším problémom je vznik zmätkov v prípade, že sa naráža zle vyrovnaný kus. Na obrázku si môžete všimnúť rozstrapatený koniec odizolovaného kábla.



Obrázok 29 Rozstrapatené konce odizolovaných káblov (vlastné spracovanie)

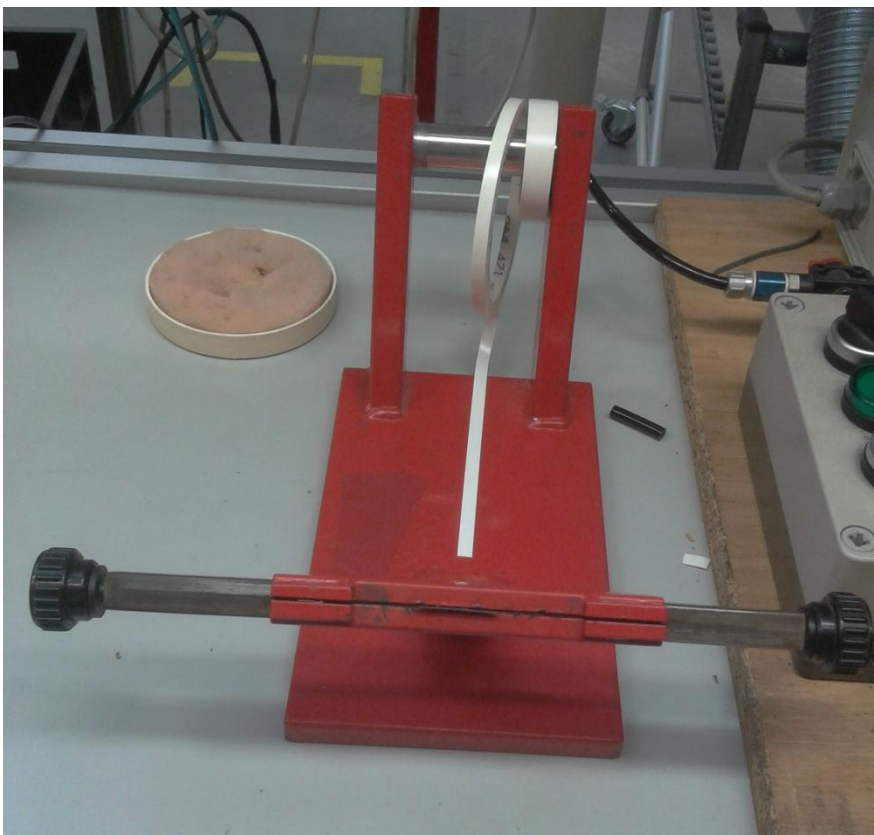
Často sa stáva, že pri väčšom počte dlhých káblov dôjde k ich zamotaniu. V prípade, že pracovník chce odobrať pár kusov tak ich musí zľahka odmotat'. Často padajú na zem. Takéto rozmotanie a príprava káblov na operáciu trvá približne 8 sekúnd

Za ďalšie plytvanie považujem väčšie množstvo vypísanej dokumentácie. Pracovníci vypisujú dva typy dokumentov. Jedným je dielenská zákazka druhým sprievodný štítok. Nájdienie správneho dokumentu, jeho vypísanie a odloženie do prepravky s výrobkami zamestnancovi trvalo viacej ako jednu minútu. Pripomínam, že takéto dokumenty sa vypisujú pre každú operáciu zvlášť.

Pri narážaní kontaktov sa využíva prístroj. Na prístroji je umiestnený kotúč s kontaktmi, z ktoré sa narážajú na kábel. Princíp stroja je v tom, že by si pri narazení mal sám odvinúť potrebné množstvo kontaktov z kotúča. Žiaľ toto robí operátor ručne po pár narazených

kusov musí ručne poodvinúť pás kontaktov z kotúča. Jeden takýto ručný zásah trvá 3 – 4 sekundy.

Za zásadné plytvanie považujem používanie starej rezačky na pásku pri operácii montáže Wellhrohu – jeho olepenie páskou. Olepenie prebieha pomocou pásovk v rôznych farbách. Pásky sú navinuté na kotúči ako bežné lepiace pásy. Na odtrhnutie potrebnej dĺžky sa používa veľmi starý typ rezačky. Jej obsluha si vyžaduje použitie oboch rúk. Odrezanie dvoch potrebné dlhých pásovk trvá 4 sekundy. Jeden Wellrohr sa olepuje jednou, alebo až tromi páskami. Obrázok rezačky je na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 30 Starý typ rezačky na pásku (vlastné spracovanie)

4.6 Zhrnutie analýzy

Z analýzy podniku Forscher, s.r.o. ale najmä linky ZF CDCe môžeme usúdiť, že výroba neprešla rukou priemyselného inžiniera, a úroveň zavedenia metód lean produkcie je nízka. Avšak môžeme vyzdvihnúť pozitívny prístup managementu, ktorý sa snaží o zoštíhľovanie a zefektívnenie výroby a zavádza kroky k dosiahnutiu tohto cieľa. Stretol som sa so základnými zlepšeniami na základe skúseností pracovníkov v iných podnikoch, racionálneho

uvažovania a samoštúdia. V tomto prípade nie je hlavným cieľom venovať sa hlbokým a veľmi podrobným analýzám, merať každý m² šetriť každú stotinu sekundy. Účelom je prvotne zaviesť základné metódy priemyselného inžinierstva, odstrániť hlavné nedostatky a zdroje plytvania, optimalizovať linku do základného stavu, odkiaľ budú pokroky oveľa jednoduchšie a prínosnejšie. Potom sa môžeme venovať ďalšiemu postupnému a neustálemu zlepšovania výroby do väčších hĺbok a detailov.

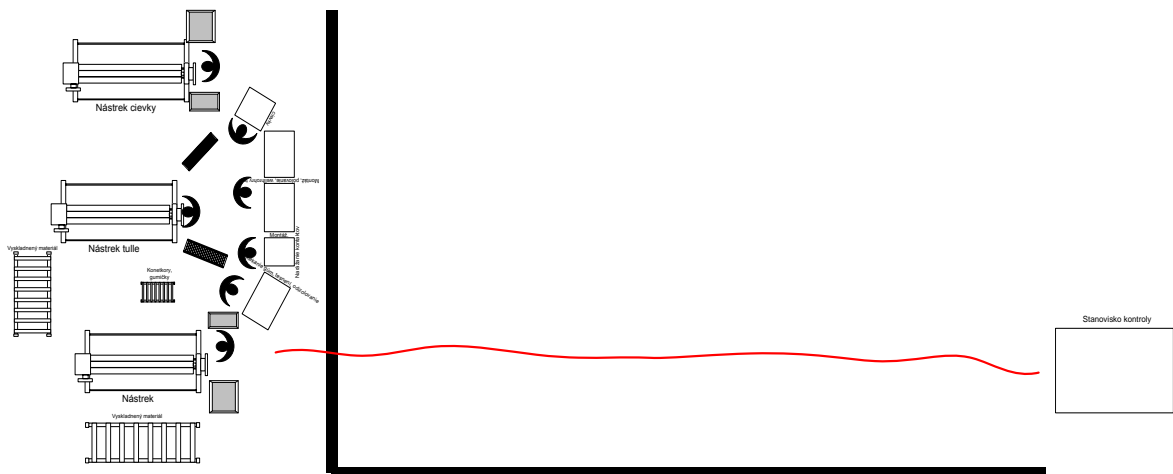
Na základe analytickej časti sa dá povedať, že cieľom ďalšej časti práce je riešenie optimalizácie základnej úrovne problémov. To znamená tvorba nového layoutu, kde sa minimalizujú prekonané vzdialenosti pri výrobe jedného výrobku, taktiež bude jeho tvar zodpovedať zásadám štíhlej výroby a ušetrí, alebo efektívnejšie využije dostupné miesto. Ďalej optimalizácia samotného výrobného procesu. Čiže určenie taktu respektíve viacero variant taktov, balansovanie linky, identifikovanie plytvania a podanie návrhov na jeho odstránenie a zlepšenie výroby.

5 OPTIMALIZÁCIA

Hlavným cieľom optimalizácie bude pomocou metód priemyslového inžinierstva odstrániť, alebo aspoň eliminovať nedostatky analyzované v predchádzajúcej časti práce. Okrem iného sa zameriam najmä na nový layout, takt linky a budem pracovať na zavedení vizualizácie a 5S.

5.1 Optimalizácia layoutu výrobnjej linky

Prvom rade sa budem venovať, novému návrhu usporiadania výroby. V pôvodnom layoute som vytykal najmä veľké vzdialenosti medzi jednotlivými procesmi. Taktiež umiestnenie starého typu narážača cievok ako súčasť linky. Linka svojím tvarom nezodpovedala charakteristikám štíhleho usporiadania pracoviska.



Obrázok 31 Nový layout (vlastné spracovanie)

Pre prehľadnosť odporúčam porovnať nový layout na obrázku hore a pôvodný, ktorý nájdete v analytickej časti alebo v prílohe. Základnou myšlienkou úpravy pôvodného pracoviska je premiestnenie lisu na nástrek cievky z pravej časti pôvodného layoutu do ľavej časti nad nástrek káčka a nástrek tulle.

Tu sa naskytuje otázka možnosti premiestnenia lisu. Ľavá časť layoutu bola pôvodne koncipovaná ako začiatok všetkých výrobných operácií a boli tam vytvorené stanoviská pre lisy a stroje. Časom došlo k zmenám a momentálny charakter a zložitosť výroby popiera túto myšlienku. Čo je však dôležité, v ľavej časti sú umiestnené a pripravené stanoviská pre stroje a lisy. Táto skutočnosť mi umožňuje presunutie lisu na nástrek cievok z pravej časti, pôvodne koncového pracoviska, do existujúceho stanoviska. Takýmto spôsobom

zoradím všetky lisy na spoločné miesto, a môžem okolo nich umiestniť výrobnú linku. Usporiadaním výrobnej linky okolo lisov som vytvoril akúsi samostatnú a komplexnú bunku so základným U – tvarom, do vnútra ktorého som vložil lis na nástrek tulle. Odstránil som z pôvodnej linky starý typ narážача cievok. Ten vo výrobe ešte určitý čas ostane, pokým, sa úplne neukončí výroba daného typu cievok. Ale už nebude zaradený do novej linky, ale niekde bokom.

Postupnosť jednotlivých operácií sa nezmení. Výrobný a technologický proces ostane rovnaký, len sa skrátia, resp. eliminujú vzdialenosti medzi operáciami. Taktiež nebude zabezpečený jednosmerný tok výroby. Vo vnútri linky alebo bunky bude všetka spätná preprava realizovaná pomocou dopravníkov (sú vyznačené aj v layoute), čiže nebude nutná manuálna preprava pracovníkmi.

Jednou možnosťou, ako zabezpečiť jednosmerný tok výroby, bez nutnosti vrátiť polovýrobky späť z lisu na dopracovanie, je úprava, alebo výroba novej formy na nástrek tulle. A to tak, aby sa tam dala vložiť cievka aj s konektorom. V začiatku analytickej časti som popísal problematiku nástreku tulle. V tomto prípade by lis s nástrekom tulle mohol byť zaradený na koniec výrobného procesu (za nástrek cievky) a tvoril by poslednú operáciu pred konečnou kontrolou. Avšak úprava alebo výroba novej formy na nástrek tulle by bola tak finančne nákladná, že ušetrený čas a zjednodušený výrobný postup by nedokázali plnohodnotne navrátiť investíciu. O tejto možnosti sa dá uvažovať v prípade, že sa spoločnosť rozhodne, z nevyhnutných dôvodov zaobstarať nové formy, prípadne zmeniť resp. inovovať strojové vybavenie.

Keďže sa mi podarilo zoradiť jednotlivé časti výroby do jedného spoločného layoutu alebo bunky, môžem lepšie umiestniť vyskladnený materiál potrebný pre výrobu. Každý materiál bude umiestnený čo najbližšie k pracovisku, na ktorom sa spotrebúva. V dostačujúcom, ale taktiež v minimálnom potrebnom množstve. Každé miesto v regáli bude označené a bude sa tam ukladať iba materiál, ktorý tam patrí.

Oproti pôvodnému layoutu si môžeme všimnúť, že na obrázku sa nachádza iba jedna dlhá červená čiara (pripomínam, že červená znamenala presun výroby). Jedná sa o presun výrobkov na stanovisko kontroly a expedície. Ostatné presuny sa mi podarilo novým usporiadaním výroby eliminovať resp. znížiť na minimálnu vzdialenosť (postačí presun pomocou dopravníka alebo predanie z rúk do rúk pracovníkov). Vzdialenosť od novej usporiadanej výrobnej linky po kontrolu je v tomto prípade 38 krokov. Táto vzdialenosť je

jediná, ktorú bude treba počas výroby pri presune prejsť a je zhodná pre všetky rodiny cievok. Pre porovnanie uvediem, že pri základných druhoch cievok táto vzdialenosť dohromady bola 43 krokov, pri dlhých Wellhrohrových cievkach 91 krokov a pri cievkach s nástrekom tulle až 130 krokov (údaje sú uvedené v tabuľke č. 2). Čiže hlavný cieľ v časti tvorby nového usporiadania výroby považujem za splnený.

5.2 Takt linky, určenie počtu operátorov

Takt linky určím podľa dvoch požiadaviek alebo kritérií. Prvým bude takt podľa požiadaviek zákazníka, druhým bude takt linky podľa úzkeho miesta.

K výpočtu použijem disponibilný čas zmeny za týždeň, taktiež budem vychádzať z objednávok čiže požiadaviek zákazníkov za jeden týždeň. Požiadavky zákazníkov som získal z objednávkového formuláru.

Tabuľka 6 Objednávky cievok (interný zdroj)

číslo	06_13	07_13	08_13	09_13	10_13	11_13	12_13	13_13	14_13	15_13	16_13	17_13	18_13
	5 690	4 100	4 730	5 170	6 750	6 500	6 910	2 020	9 860	7 980	8 700	8 220	3 390
3504													
3549		600							150		150		150
3562	1500	900	1500	1800	600	1500	2100		3000	1800	2700	300	900
3578			150									150	
3579													
3588									200		200		
3589										200			
3594					200				200				
3618	600	240	840	360	840		240	360	120	360		360	
6501		210		270					450				90
6503				240					120			120	
6509			270		180				360				270
6510	300	300	300		900		300	600		300		900	
6513	1680	240	480	480	960	720	1680		720	960	720	1680	1680
6514	960			480	960	1440		720	960	720	1680	1680	
6517							50			50		50	
6520	300	600	900	1200	1500	2400	2100		3000	3000	2400	2400	
6521	50	200	100	150	50	50	50	100	50	150	200	50	
6522	50	50			50	50	50		100	50		50	50
6523		360	90	90	360	90	90	90	180	90	450	180	
6524	150	150	100	100	50	150	50	150	100	150	100	100	150
6526		100											
6527		50			50		50		50	50	50		50
6528	100	100			50	100	150		100	100	50	200	50

Z objednávkového formulára je možné vyčítať posledné štvorčísle označenia danej cievky (ľavý stĺpec), horný riadok predstavuje týždeň v roku 2013 (čiže objednávky od 6. do 18 týždňa). Pod každým týždňom je počet objednaných kusov v žltom riadku ich súčet.

Využitelný časový fond za týždeň:

- Čas zmeny 28800 sekúnd
- Prestávka 1800 sekúnd
- Disponibilný čas zmeny 27000 sekúnd
- Za týždeň 5 pracovných dní 135000 sekúnd

Za týždeň máme k dispozícii 135000 sekúnd na výrobu požadovaného množstva cievok.

Požiadavky zákazníka

Podľa objednávok si môžeme všimnúť, že jednotlivé týždne sa objednávky výrazne líšia. Preto je ťažké určiť alebo predvídať presný počet kusov, ktoré je potrebné vyrobiť. Pre prehľadnosť vypočítam takt pre každých tisíc kusov. Nakoniec určím priemer objednaných kusov na týždeň z dostupného obdobia (6. až 18. týždeň roku 2013) a pre tento počet vypočítam takt linky. Úlohou plánovania bude rozložiť výrobu tak, aby každý týždeň bolo vyrobených približne rovnaké, najlepšie stanovené priemerné, množstvo cievok.

$$1000 \text{ ks} \quad (135000/1000) \times 0,85 = 114,75 \text{ s/ks}$$

$$2000 \text{ ks} \quad (135000/2000) \times 0,85 = 57,36 \text{ s/ks}$$

$$3000 \text{ ks} \quad (135000/3000) \times 0,85 = 38,25 \text{ s/ks}$$

$$4000 \text{ ks} \quad (135000/4000) \times 0,85 = 28,68 \text{ s/ks}$$

$$5000 \text{ ks} \quad (135000/5000) \times 0,85 = 22,95 \text{ s/ks}$$

$$6000 \text{ ks} \quad (135000/6000) \times 0,85 = 19,21 \text{ s/ks}$$

$$7000 \text{ ks} \quad (135000/7000) \times 0,85 = 16,39 \text{ s/ks}$$

$$8000 \text{ ks} \quad (135000/8000) \times 0,85 = 14,43 \text{ s/ks}$$

$$4328 \text{ ks} \quad (135000/4328) \times 0,85 = 26,51 \text{ s/ks} \quad \text{takt z priemerného počtu objednávok}$$

Pri výrobe som stanovil 85 %-né využitie disponibilnej pracovnej doby. 25% je určených rôznym prípravám, opravám, pomocným prácam a taktiež na prekonanie rôznych nedostatkov vo výrobe, ktoré sa budú postupne odstraňovať.

Je vidieť, že ak by sme chceli naozaj výrobu nastaviť podľa presného počtu objednaných kusov pre každý týždeň zvlášť, pohybovali by sme sa v obrovskom rozpätí časov na jeden kus. Takáto variabilita by spôsobovala pri plánovaní problémy. Jednak pri zmene počtu zamestnancov a na druhej strane niektoré takty by nebolo možné stíhať kvôli úzkemu miestu.

Takt time podľa úzkeho miesta

Takt time na základe priemerného počtu objednávok za týždeň som vypočítal na 26,51 sekúnd. Tento takt však nerozlišuje, o aký druh cievok sa jedná (základné, dlhé Wellhrohrové alebo s nástrekom tulle), pretože objednávky sú veľmi variabilné, a taktiež aj pomer jednotlivých druhov cievok v jednej objednávky je vždy iný a ťažko sa presne predpokladá. Preto som sa rozhodol určiť takt aj podľa úzkeho miesta.

Podľa procesnej mapy je úzkym miestom nástrek cievky. Pri základných cievkach je to 21,7 sekúnd taktiež aj pri cievkach s nástrekom tulle. Pri dlhých Wellhrohrových cievkach je to až 29,8 sekúnd. Môžeme si všimnúť, že časy z úzkeho miesta sa pohybujú okolo priemerného taktu, ale zahŕňajú aj mierne rozdiely podľa druhu cievok.

Za vhodnejšiu variantu som zvolil určiť takt výroby podľa úzkeho miesta. Dokážem tak výrobu lepšie prispôbiť tomuto miestu a naplno využiť jeho kapacitu podľa základov teórie o úzkom mieste, popísanej v teoretickej časti v kapitole 2.7 Teória obmedzenia. Keďže nám úzke miesto udáva maximálnu rýchlosť toku výroby, nemá zmysel počítať s taktom nižším, ako je táto rýchlosť, aj keď to tak podľa výpočtu na základe zákaznických požiadaviek vychádza.

Určenie počtu pracovníkov

Potrebný počet pracovníkov na linke určím, keď podelím cyklový čas jedného výrobku (súhrn časov operácií v procesnej mape podľa priameho merania) a taktom určeným podľa úzkeho miesta.

Cyklové časy:

- Základné cievky	122,85 s/ks
- Cievky s nástrekom tulle	142,6 s/ks
- Dlhé cievky s Wellhrohrom	215,48 s/ks

Cyklové časy

Pri základných cievkach je potreba pracovníkov:

- $122,85/21,7 = 5,66$ pracovníka čiže 6

Pri cievkach s nástrekom tulle je potreba pracovníkov:

- $142,6/21,7 = 6,57$ čiže 7 pracovníkov

Pri dlhých Wellhrohrových cievkach je potreba pracovníkov:

- $215,48/29,8 = 7,23$ pracovníkov = 8

5.3 Balansovanie linky

V tabuľkách je sú zobrazené moje návrhy balansovania jednotlivých pracovníkov a im priradených činností. Každý pracovník vykonáva jednu alebo aj viacej operácií na svojom stanovisku tak, aby súčet operačných časov nepresahoval úzke miesto. Snažil som sa každého pracovníka zaťažiť rovnakou časovou náročnosťou práce. V posledných dvoch stĺpcoch som uviedol čas v sekundách na jednotlivé operácie a na súčet operácií, ktoré vykonáva jeden pracovník.

Všetky druhy cievok začínajú rovnakou kombináciou operácií. Odizolovanie a nástrek káčka. Pôvodne odizolovanie robil zvlášť iný pracovník, potom nastrekoval na lise ďalší pracovník, a takto upravený kábel poslal na ďalšie operácie. Avšak pri priamom meraní som zistil, že pri operácií nástrek káčka, musí obsluha lisu čakať na výkon stroja. Tento jeho voľný čas mi umožňuje priradiť mu navyše operáciu odizolovanie. Pridal som čas potrebný aj na zrkovú kontrolu a odstrihnutie prestrekov. Pri dlhých cievkach je tento čas vyšší z dôvodu sťaženej manipulácie s dlhými káblami.

Tabuľka 7 Balansovanie linky pri výrobe základných cievok (vlastné spracovanie)

	Základné cievky	Čas v sek.	Spolu
Pracovník 1	Odizolovanie a nástrek	21	21
Pracovník 2	Navlečenie ochrannéj gumy	6,5	19,92
	Navlečenie tesnenia	13,42	
Pracovník 3	Narazenie kontaktov	21,1	21,1
Pracovník 4	Pólovanie	13,8	18,3
	Kontrola	4,5	
Pracovník 5	Odizolovanie	5,8	17,7
	Narážanie a ohýbanie cievok	11,9	
Pracovník 6	Nástrek cievky	21,7	21,7

Pre výrobu základných cievok som vypočítal potrebu 6 zamestnancov. Presne mi vyšla potreba 5,66 zamestnanca. Do budúcnosti je vhodné snažiť sa operácie upraviť tak, aby sa

potreba znížila ideálne tesne pod 5 (zjednodušením, automatizáciou...). Lebo v tomto prípade nám ostáva akoby skoro pol zamestnanca nevyužitého.

Všetky operácie podľa procesnej mapy som teda rozdelil medzi 6 pracovníkov. Každý z nich bude mať určené svoje stanovisko, pracovný priestor a potrebné prístroje. Takt time v tomto prípade je určený na 21,7 sekúnd. Snažil som sa rozdeliť operácie, aby sa ich súčet pre jedného operátora čo najviac priblížil k tomuto číslu, ale neprevýšil ho. Pracovník číslo 4 má na prvý pohľad časovú rezervu, ale operácia pólovanie môže trvať aj dlhšiu dobu v závislosti od počtu komponentov konektoru (popísal som túto skutočnosť v analytickej časti).

Veľkú časovú rezervu má pracovník číslo 5, ktorého nosnou činnosťou je narážanie a ohýbanie cievok. Túto jeho časovú rezervu chcem zaplniť všetkými doplnkovými činnosťami, ktoré je na linke potrebné spraviť. Bude prepravovať hotové káble na kontrolu (pozri layout), dopĺňať potrebný materiál na linku a vykonávať všetky ostatné operácie podľa potreby tak, aby ostatní zamestnanci mohli pracovať bez prerušenia. Taktiež bude mať za úlohu narážať starý typ cievok, ktorého výroba bude končiť, na pôvodnom narážaci cievok v prípade potreby.

Tabuľka 8 Balansovanie linky při dlhých cievkach (vlastné spracovanie)

	Dlhé Wellhrohrové cievky	Čas v sek.	Spolu
Pracovník 1	Odizolovanie a nástrek	27	27
Pracovník 2	Navlečenie ochranej gummy	28	28
Pracovník 3	Navlečenie tesnenia	22	28,2
	Odizolovanie	6,2	
Pracovník 4	Narazenie kontaktov	27,7	27,7
Pracovník 5	Pólovanie	16,2	29,35
	Navlečenie Wellhrohru	13,15	
Pracovník 6	Narážanie a ohýbanie cievok	13,8	13,8
Pracovník 7	Nástrek cievky	29,8	29,8
Pracovník 8	Upevnenie Wehllhrohru na stroji	10	29,1
	Opáskovanie Wellhrohru	19,1	

Začiatok je rovnaký, ako je popísané v úvodnej časti kapitoly. Počet pracovníkov som v tomto prípade vypočítal na 7,23 to znamená, že reálne potrebujeme 8 zamestnancov. V tomto prípade je naozaj vhodné upraviť výrobu tak aby sa potrebný počet dal stanoviť na 7 ľudí. Lebo takto nám vychádza takmer 0,8 pracovnej sily nevyužitej.

Pracovník číslo 6 má velkou rezervu. Jedná se o operaci ohýbání a narážání cívok. Opět ho využijem na všechny potřebné pomocné práce. Taktéž jeho úlohou bude přecházet aj na jiné pracoviště a v případě možnosti vypomôct' s operaciami iným pracovníkom. Jeho úlohou bude zabezpečiť prepravu výrobkov na kontrolu a doplnenie materiálu. Platí aj jeho využitie na starom narážaci cievok ako v predchádzajúcom prípade.

Tabuľka 9 Balansovanie linky pri cievkach s tulle (vlastné spracovanie)

	Cievky s nástrekom tulle	Čas v sek.	Spolu
Pracovník 1	Odizolovanie a nástrek	21	21
Pracovník 2	Odizolovanie	5,8	17,7
	Narážanie a ohýbanie cievok	11,9	
Pracovník 3	Nástrek cievky	21,7	21,7
Pracovník 4	Nástrek tulle	19,75	19,75
Pracovník 5	Navlečenie ochrannej gummy	6,5	19,92
	Navlečenie tesnenia	13,42	
Pracovník 6	Narazenie kontaktov	21,1	21,1
Pracovník 7	Pólovanie	13,8	18,3
	Kontrola	4,5	

Pre výrobu cievok s nástrekom tulle som určil potrebu na 7 pracovníkov. Podľa výpočtu presne 6,57, podobne ako je tomu pri základných cievkach je takmer pol pracovníka nevyužitého. Do budúcnosti treba uvažovať o úprave výroby tak, aby potrebný počet vychádzal tesne pod hodnotu 6. Avšak táto situácia je lepšia ako je to u dlhých cievkach.

Takt linky je rovnaký ako pri základných cievkach čiže 21,7, čo predstavuje úzke miesto na nástreku cievky. Pracovník číslo jeden má rovnakú úlohu ako v predchádzajúcich dvoch prípadoch. Sled operácií je mierne odlišný, ale časy sa takmer zhodujú so základnými cievkami. Navyše pribudla operácia nástrek tulle, ktorá zvyšuje potrebu o jedného operátora. Ostatné operácie sú zamestnancom pridelené rovnako. To isté platí aj o využití pracovníka číslo 2, ktorý má najväčšiu časovú rezervu. Ďalšou rovnakou situáciou je operácia pólovanie (pracovník 7) o počte komponentov, z ktorých sa konektor skladá. Časová náročnosť pre ostatných pracovníkov sa približuje k hodnote úzkeho miesta.

5.4 Vizualizácia a 5S

5.4.1 Zavedenie vizualizácie

Úroveň vizualizácie je v podniku zavedená iba v základnej miere ako som už popísal v analytickej časti práce. Taktiež som popísal všetky nedostatky, ktoré sa v tejto oblasti vyskytujú.

Pred samotným zavádzaním, alebo zlepšovaním vizuálnej stránky výroby, by som odporúčal vedeniu podniku zvýšiť povedomie o dôležitosti a význame tejto metódy medzi zamestnancami. Lebo predovšetkým na nich záleží, ako budú jednotlivé vizuálne prvky využívať alebo nevyužívať vo svoj prospech. Ďalej som upozornil vedenie, aby sa zaujímali aj spätne o stave a dodržovaní vizuálnych prvkov na pracovisku, respektíve aby vykonávali pravidelné kontroly a hodnotenia situácie.

Prvým krokom fyzického zavedenia vizualizácie je označenie podlahy potrebnými značkami pre usporiadanie výrobných linky. Naznačenie umiestnenia samotných pracovných stanovísk, plochu pre materiál, upraviť značenie cesty pre pohyb pracovníkov a pod. Je dôležité dbať na to, aby toto značenie bolo správne a navádzalo pracovníkov rešpektovať ho.

Ďalej by som sa zameral na využitie zakúpenej tabule, ktorá má slúžiť na prehľadné zobrazenie organizácie a plánu práce a je umiestnená pri vstupe do výrobných haly. Pretože spoločnosť do nej investovala určité financie, zaberá miesto a zatiaľ nie je plnohodnotne využívaná.

Zameral by som sa aj na umiestnenie nástenky pre každé pracovisko. Nahradil by som akýsi zavedený zošit na nástenke, v ktorom treba veľmi dlho listovať a je neprehľadný. Nástenku by tvorili najlepšie jednostránkové zobrazené pracovné postupy. Ďalej vzory zhodných, nezhodných kusov, zmätkov. Na začiatok výrobných linky by som umiestnil písaciu tabuľu, na ktorú by majster naplánoval a napísal denný plán výroby, podľa ktorého by zamestnanci pracovali. Často sa totiž stávalo, že pracovníci nevedeli, aké cievky a v akom počte vyrábať, odchádzali z linky za majstrom, ten im podal informáciu len ústne, alebo im napísal plán na lístoček, ktorý sa potom niekde na linke stratil alebo povaloval.

Z dôvodu, že existuje veľké množstvo variant cievok, rôzne zloženia komponentov a veľké množstvo kombinácií, nebolo by možné všetky tieto skutočnosti zobraziť na nástenke. Respektíve nástenka by bola preplnená a neprehľadná. Pri konzultáciách optimalizácie, vede-

nie podalo veľmi zaujímavý návrh. Nainštalovať namiesto klasickej nástenky väčší monitor. Na tomto monitore by sa zobrazovali iba potrebné informácie o výrobkoch, ktoré sa momentálne vyrábajú. Takže zamestnanci by dostávali presné informácie, ktoré v danom momente potrebujú. Monitor by mohol byť dotykový, čiže pracovníci by si mohli sami vyhľadať a zobrazit' informácie, ktoré potrebujú. Tento nápad pokladám za veľmi vhodný a inovatívny, určite by bol pozitívnym prvkom zlepšovania úrovne vizualizácie v podniku.

Aplikácia týchto návrhov a opatrení bude mať za následok zjednodušenie organizácie práce, lepší priebeh práce, zvýšenie prehľadnosti a informovanosti, jednoduchšie zapracovanie nových pracovníkov, eliminácia niektorých druhov plytvania a nedorozumení a konečným dôsledkom vyšší výkon práce.

5.4.2 5S

Opäť ako pri vizualizácií, tak aj pri 5S ešte pred samotným zavedením odporúčam školenie alebo dôkladné oboznámenie zamestnancov o tejto metóde. Z dôvodu, že sa jedná o zatiaľ pre pracovníkov neznámu metódu, môžu pri jej zavádzaní nastať problémy. Žiaľ aj podľa informácií získaných na základe rozhovorov s pracovníkmi, ju oni považujú za akýsi krok prehnaného upratovania a obávajú s tlaku zo strany vedenia. Považujú túto metódu za príťaž a očakávajú, že ich jej dodržiavanie bude zaťažovať. Takúto negatívnu mienku je potrebné zmeniť a nenúteným spôsobom ich presvedčiť o prínosoch daného systému.

Prvým krokom pri zavádzaní metódy bude separovanie položiek, ktoré sa na pracovisku nachádzajú. Musíme jednoznačne určiť, ktoré prvky na pracovisku musia byť (sú nevyhnutné pre výrobu). Ďalej identifikujeme tie, ktoré môžeme odstrániť (sú dôležité, ale nie nevyhnutné), snažíme sa im nájsť alternatívne miesto na umiestnenie. Treťou kategóriou sú prvky ktoré musia byť odstránené. V tejto časti vidím problém, pretože zamestnanci majú na pracovisku aj osobné veci, ktoré tam nepatria a nebudú ich chcieť len tak odstrániť.

Triedenie prvkov vo výrobe odporúčam rozdeliť do troch kategórií (podľa bežných postupov popísaných v teórii):

- Najčastejšie používané nevyhnutné pomôcky (používajú sa denne)
- Prvky, ktoré sa používajú menej často (raz za pár dní, raz za týždeň)
- Málo, výnimočne používané

Kategórie označím buď rôznymi písmenami, číslami alebo farbou, využijem akési 5S kartičky, ktoré budú obsahovať názov materiálu, úroveň a účel jeho použitia, číslo kartičky a iné informácie, presne charakterizujúce daný prvok na pracovisku.

Druhým krokom je určenie miesta pre uloženie položiek, ktoré som v prvom kroku vytriedil. Cieľom takýchto vytvorených pozícií na pracovisku je, aby každý mohol pomôcku jednoducho vziať, používať ju a vrátiť na to isté miesto. Dané miesto presne vizuálne označím, aby bolo jasné odkiaľ predmet vziať a kam ho vrátiť. Snažím sa o dodržanie efektívnosti pohybov ľudského tela. Odporúčam pozrieť obrázok „Neusporiadané a neštandardizované pracovisko“ v kapitole, kde som analyzoval stav vizualizácie a 5S. Cieľom prvých dvoch krokov je vyhnúť sa takémuto stavu na pracovisku. V tomto bode ma napadá jedna sťažnosť, s ktorou sa na mňa obracala pracovníčka a to, že má málo priestoru na pracovisku. Na tomto príklade som jej vysvetlil fungovanie 5S a myslím si, že to bude jeden zo spôsobov, ako presvedčiť aj ostatných jej kolegov o vhodnosti aplikácie tejto metódy.

Tretí krok sa zaoberá problematikou čistenia pracoviska. V tomto smere si myslím, že sa spoločnosť snaží presadzovať politiku čistého prostredia či už na pracovisku, na spoločných priestoroch a zariadeniach. Čistenie prebieha pravidelne určeným pracovníkom vždy na konci zmeny a počas obednej prestávky. Čím je zabezpečené neustále čisté prostredie. Stačí túto politiku spoločnosti prepojiť so systémom 5S. Možno by som sa viac sústredil aj na čistenie, alebo v tomto prípade už skôr na údržbu okolo strojov a zariadení. Často som si všimol kaluž (nejaká kvapalina vytekajúca zo stroja) pri stroji. Ale toto už by mala byť skôr otázka na pravidelnú údržbu a opravu strojov.

Štvrtým krokom chcem zabezpečiť dodržiavanie vytvoreného prostredia z prvých troch krokov. Chcem zabrániť návratu do pôvodného stavu ako tomu bolo vyššie spomínanom odkaze na obrázok. Dôležité je pozorovať, ako sa pracovníci vžili s novým systémom, aby ho dodržiavali vo vlastnom záujme a nie z donútenia.

Piaty a posledný krok je neustále zlepšovanie dosiahnutého stavu. Tu mi dopomôže aj pravidelný audit 5S a neustála komunikácia s pracovníkmi o danej problematike. A taktiež aj naslúchanie pracovníkom k danej problematike, ako som spomínal v predchádzajúcom kroku.

5.5 Zlepšovacie návrhy a odstránenie plytvania

Zlepšenie organizácie práce

Počas môjho pôsobenia v spoločnosti, som si všimol nedostatky v oblasti organizácie práce. Stávalo sa, že zamestnanci nevedeli čo majú robiť. Niekedy na linke bolo málo práce a pracovala iba polovica zamestnancov z pôvodného počtu. Niekedy sa zas stávalo, že práce bolo veľa, nestíhalo sa, na linku boli pridaní ďalší dvaja pracovníci, nastával zmätok v delbe jednotlivých operácií, nadčasy a pod. Tomuto je potrebné sa vyhnúť pomocou prepracovaného plánovania a kvalitnej organizácie práce.

Navrhujem, aby plánovanie práce prebiehalo pár dní dopredu nie len jeden deň alebo ráno pred začiatkom zmeny. Majster by mal najneskôr deň pred novou zmenou určiť a informovať, aké druhy cievok sa budú vyrábať, v akom počte a koľko pracovníkov bude pracovať na linke. Taktiež odporúčam rozvrhnúť výrobu rovnomerne na celý týždeň, ak to okolnosti dovoľujú. Na poskytnutie tejto informácie by mal využiť navrhnuté prvky vizualizácie. Taktiež určiť presný čas, kedy sa bude materiál na naplánovanú výrobu vyskladňovať. Odporúčam, aby na základe plánu, ktorý majster stanoví minimálne deň vopred, skladník vyskladnil presné množstvo materiálu, ktoré bude na danú zmenu potrebné. Vyskladnenie by malo prebehnúť deň pred zmenou alebo hneď ráno pred začiatkom výroby. Stávalo sa, že materiál bol vyskladnený aj niekoľko dní a vôbec nebol použitý, alebo bola použitá iba jeho malá časť a zvyšok bol stále uložený na plochách pri pracovisku.

Ďalším problémom bývala veľká rozpracovanosť výroby. Stávalo sa, že v jeden deň sa začala výroba nového druhu cievok, pritom na pracovisku sa nachádzalo veľké množstvo nedokončených cievok predchádzajúcich zmien. V dôsledku toho dochádzalo k hromadeniu rôzneho materiálu, zmätku v organizácii práce, prechod z novej výroby na dokončovanie pôvodnej a pod. Tento problém by mal byť vyriešený práve popísanou zlepšenou organizáciou práce.

Návrhy na zlepšenie práce a pracovného postupu

V pracovnom postupe navrhujem niekoľko vylepšení, ktoré by mali zlepšiť a zjednodušiť priebeh práce. V kapitole plytvanie v analytickej časti som popísal časové straty z dôvodu prekladania káblov po dokončení operácie do prepraviiek. Nový layout je prispôsobený tak, aby nebolo potrebné toto prekladanie vykonávať. Medzi jednotlivých pracovníkom umiestnim takzvané odkladacie korytá alebo krabičky, ktoré budú slúžiť na odloženie káb-

la po ukončení danej operácie, následne z nich budú odoberať na operáciu nasledujúcu. Čiže pracovník odoberie kábel, urobí danú operáciu a kábel odloží do koryta, z ktorého ďalší pracovník opäť odoberie polovýrobok a urobí ďalšie operácie. Takto sa vyhneme odkladaniu veľkého počtu káblov do prepraviek, ich presúvaniu a zbytočnej manipulácie s nimi. Zníži sa rozpracovanosť výroby. Tieto odkladacie priestory – korytá alebo krabičky budú slúžiť len pre krátke káble.

Dlhé káble predstavujú väčší problém s odkladacími priestormi. Navrhujem dva spôsoby, ako tento problém vyriešiť. Jedným je vytvoriť nové stojany na odkladanie dlhých káblov. Tieto stojany by mali byť v správnej výške, prispôsobené na ideálny dosah sediaceho alebo stojaceho pracovníka. V stojanoch by mali byť vytvorené zarážky alebo „véčka“, cez ktoré by sa dlhé káble prevesili v približne rovnakom počte napr. 10 kusov a nedochádzalo by k ich zapleteniu. Ďalej by sa zamedzilo prekladaniu káblov cez kolená a podobne. Druhým riešením je zaviesť takzvaný postup výroby chasing. V tomto systéme budú pracovníci na montážnej linke (nie na lisocho) postupovať všetkými operáciami v rovnomerných odstupoch. Čiže pracovník odoberie na prvej operácii určitý počet vyskladnených kusov káblov, a bude prechádzať a vykonávať všetky operácie na jednotlivých stanoviskách výrobnéj linky. Na konci (pred nástrekom cievky) ich odovzdá na nástrek, potom sa vracia na začiatok linky opäť odoberie určitý počet káblov a pokračuje dookola. Výhody tohto systému sú popísané v teoretickej časti práce.

Spomínal som, že pracovníci aj pri krátkych aj dlhých druhoch cievok odoberajú pri každej operácii určitý počet káblov. To znamená, že počas operácie si zoberú do ruky 3 až 8 káblov a vykonávajú danú činnosť na každý jeden kábel, pritom ich ale všetky držia v ruke naraz. Takto šetria čas ako by mali odoberať káble po jednom kuse. Avšak sa stáva, že príliš veľa káblov v ruke im sťažuje manipuláciu a operácia sa naopak spomaľuje. Podľa môjho merania 4 kusy dlhých a približne 6 kusov krátkych káblov je najefektívnejší počet, s ktorými sa dá naraz pracovať.

Návrhy na odstránenie plytvania

V poslednej kapitole som popísal najčastejšie sa vyskytujúce plytvania a priradil k nim približný časový údaj. Počas prezentácie výsledkov práce som s vedením prediskutoval možné návrhy riešení.

Pri plytvaní v oblasti zbytočnej manipulácie s káblami odporúčam dodržanie pracovného postupu popísaného v predchádzajúcej časti tejto kapitoly. Správne dodržiavanie týchto

postupov a zabezpečenie navrhnutých odkladacích pomôcok by malo túto časovú náročnosť znížiť, alebo úplne odstrániť. Taktiež sme sa zhodli na nutnosti tvorby štandardov pre jednotlivé operácie a najmä na kontrole, dodržiavania stanovených postupov (neprekladať materiál z krabičiek na stôl a odtiaľ ich odoberať pri každej operácii, ale odoberať ich rovno z krabičiek, ktoré sú na to určené). Mnohé zbytočné manipulácie s materiálom a výrobkami by mal odstrániť aj správne zavedený systém 5S.

Problémom bolo časté počítanie dokončených kusov takmer každej operácii. Tu navrhujem využívanie automatických počítadiel, ktoré sú na jednotlivých prístrojoch umiestnené. Ďalšou možnosťou je počítať iba zmätky, keďže káble ako vstup do výroby sú dodávané vo zväzkoch v presnom počte napríklad 50, 100, kusov. Zmätky potom stačí iba odpočítať. Návrhom vedenia bolo umiestniť na konečný odkladací priestor snímač, ktorý dokáže spočítať, koľko kusov bolo do stanoveného priestoru uložených.

Problém pri narážaní cievok, kam sa dostávajú strapaté konce je potrebné vyriešiť iba čiastočným odizolovaním. To znamená, že k operácii narážanie cievok sa kábel dostane s odrezaným, ale ešte stále s nasadeným izolantom. Pracovník si ho sám jednoduchým potiahnutím zhodí. Takto sa zabráni rozstrapateniu koncov kábla počas predchádzajúcich operácií.

Pri probléme s dokumentáciou by som chcel presadiť odstránenie sprievodných lístkov. Keďže spoločnosť má záujem o možnosť spätného dohľadania údajov a na to slúži dielenská zákazka, ktorá obsahuje aj informácie vyskytujúce sa v spomínanom sprievodnom lístku.

Ďalej navrhujem zadováženie nových rezačiek pásky, ktoré budú schopné automaticky dávkovať a rezať pásku tak, aby bola manipulácia možná jednou rukou.

5.6 Zhodnotenie prínosov a záverečné odporúčania k zlepšeniu linky

5.6.1 Nový layout

Novým usporiadaním výrobnéj linky, bude dosiahnuté efektívnejšie využitie výrobnéj plochy. Linka bude spĺňať hlavné charakteristiky štíhleho pracoviska. Hlavným prínosom bude splnenie cieľa, ktorým bolo odstránenie alebo minimalizovanie prepravných vzdialeností medzi jednotlivými pracoviskami. Tento cieľ považujem za splnený. Znížil som potrebu prepravy pri výrobe na 38 krokov. Oproti pôvodným prepravným vzdialenostiam základných cievok zo 43 krokov, cievok s nástrekom tulle 130 krokov a dlhých Wellhroh-

rových cievok 91 krokov. Taktiež nový layout umožňuje plynulejší a efektívnejší tok výroby.

5.6.2 Taktovanie a balansovanie výroby

Nové taktovanie výroby podľa úzkeho miesta umožňuje plne využiť jeho kapacitu. Zníži sa rozpracovanosť výroby, vybalancovaná linka umožní rovnomerné zaťaženie všetkých pracovníkov. Ďalej umožní hladký tok, priebeh a nadväznosť jednotlivých operácií za sebou. Pre jednotlivé operácie bude určená presná časová spotreba, čo umožní lepšie plánovanie a organizovanie celého výrobného procesu na linke ZF CDCe. Predpokladám skrátenie cyklových časov (času potrebného na výrobu jedného kusu výrobku) približne o 5 %.

5.6.3 Zavedenie 5S, zlepšenie vizualizácie

Pozitívne efekty zavedenia systému 5S vidím najmä v lepšej prehľadnosti a organizácii pracoviska. Ďalej vo vytvorení príjemného, čistého prostredia. Práca zamestnancov by sa mala stať prehľadnou, jednoduchšou a potrebné pracovné pomôcky budú dostupnejšie. Zavedenie metódy 5S napomôže k budúcemu a k neustálemu zlepšovaniu výrobného procesu.

Zlepšením pôvodného stavu vizualizácie docielim celkovo väčšiu prehľadnosť vo výrobe. Skvalitní sa tok informácií a zabráni sa vzniku rôznych nedorozumení a bariér v komunikácií. Vedenie spoločnosti ale aj samotní pracovníci budú mať presnejšie, rýchlejšie a ucelenejšie informácie o aktuálnom stave vo výrobe. Ďalej bude možné jednoduchšie spätné vyhodnotenie rôznych udalostí a skutočností. Taktiež dôjde k využitiu už zakúpených prostriedkov vizualizácie. Nakoniec zlepšený stav vizualizácie prispeje k budovaniu pozitívnej podnikovej kultúry.

5.6.4 Efekty identifikácie plytvania a zlepšovacích návrhov

Identifikoval som hlavné zdroje plytvania a priradil im približné časové alebo iné dopady na priebeh výroby. Samotná identifikácia umožňuje spoločnosti zaoberať sa ich odstránením. Taktiež som podal návrhy na vhodné riešenia. Aplikáciou podaných návrhov spoločnosť získa úspory v podobe zníženia spotreby časov na jednotlivé operácie, zníženie zmatekosti, zjednodušenia a zefektívnenia niektorých činností.

Podané návrhy na nové pracovné postupy, by mali priniesť zrýchlenie a zefektívnenie výroby a jednotlivých procesov. Očakávam lepšiu organizáciu práce, zníženie rozpracova-

nosti výroby, zníženie množstva vyskladneného materiálu. Ďalej zvýšenú samostatnosť pracovníkov.

Ako celkový prínos optimalizácie a všetkých podaných návrhov v rámci sledovanej výrobnéj linky CDCe zákazníka ZF Sachs očakávam nárast celkovej produktivity min. o 5 %.

5.6.5 Záverečné odporúčania

Na záver pár vetami zhrniem svoje návrhy a odporúčania pre spoločnosť. V prvom rade pri zavádzaní rôznych metód a systémov, si treba uvedomiť, že do istej miery tieto zmeny ovplyvňujú zamestnancov. Je potrebné ich o tejto situácii informovať, prípadne školiť, aby boli schopní dané metódy plnohodnotne využívať vo svoj prospech.

Nový layout odstránil hlavné problémy, ktoré som analyzoval, ale taktiež si ich spoločnosť uvedomila. Jedná sa o komplikovaný systém manipulácie a prepravy medzi jednotlivými operáciami. Taktiež odporúčam naplno využívať popísané prvky vizualizácie a systém 5S. Vďaka nim dôjde k jednoduchšiemu priebehu výroby, lepšej prehľadnosti, zefektívneniu toku informácii a spoločnosť sa vyhne rôznym nedorozumeniam, ktoré počas výroby vznikajú. Navrhujem taktovanie linky podľa úzkeho miesta, pre jednotlivé druhy cievok zvlášť, ako som uviedol v praktickej časti. Takýmto taktom spoločnosť ideálne využije úzke miesto. Za veľmi dôležité považujem neustále hľadanie zdrojov plytvania (nie len tie, ktoré som identifikoval ja) a uskutočnenie potrebných krokov na ich odstránenie.

Úplne na záver praktickej časti chcem poukázať na dôležitosť neustálej snahy o zlepšovanie sa. Táto popísaná optimalizácia nemá predstavovať akýsi konečný stav. Práve naopak. Tvorí základ pre ďalší priebeh inovácií a zlepšení, ktoré posunú výkonnosť linky v pred.

ZÁVER

Obsahom práce bola optimalizácia výrobnéj linky v spoločnosti Forschner, s.r.o. pomocou metód priemyslového inžinierstva. Konkrétne sa jednalo o linku s označením ZF CDCe.

Cieľom diplomovej práce bolo zvoliť metódy PI tak, aby bola ich aplikácia v danom prostredí výrobného závodu spoločnosti reálna. Z dôvodu absencie priemyslového inžiniera v spoločnosti som sa snažil vytvoriť návrh optimalizovaného pracoviska na základnej úrovni tak, aby jeho novú koncepciu bolo možné bez problémov v spoločnosti aplikovať. Aplikácia návrhov by mala vytvoriť výrobnú linku so znakmi štíhlej výroby a priestor pre jej ďalšie zlepšovanie.

Prvá časť práce sa zaoberá teoretickým poznatkom. Zaoberal som sa popisom základných charakteristík štíhlej výroby, tvorbou štíhleho pracoviska a jeho znakmi a určením základných zdrojov plytvaní. V druhej polovici teoretickej časti som sa venoval metódam pre analýzu a meranie spotreby práce. Uviedol som základné poznatky v oblasti úzkeho miesta, prvkov štandardizácie, vizualizácie a systému 5S.

V úvode analytickej časti som predstavil spoločnosť, charakterizoval jej výrobu a zobrazil sortiment výroby. Jednotlivé výrobky som rozdelil do základných skupín a popísal ich detailný postup výroby. Ďalej som podrobne rozobral súčasný layout sledovaného pracoviska a sústredil som sa najmä na vzdialenosti prekonané pri preprave výroby medzi jednotlivými operáciami. Charakterizoval som základné „prešľapy“ voči zásadám štíhleho pracoviska. Popísal som pôvodný stav vizualizácie, ktorý obsahoval nedostatky, ale spoločnosť sa snažila o jeho zavedenie a využitie. Štandardizáciu som charakterizoval ako nedostačujúcu. Taktiež som poukázal na absenciu metódy 5S a obavy z jej zavedenia medzi zamestnancami. Veľkú časť analytickej časti som venoval skúmaniu jednotlivých procesov. Výsledky som prehľadne zaznamenal do tabuliek procesnej analýzy pre každú rodinu výrobkov zvlášť. Časovú náročnosť jednotlivých operácií som zisťoval priamym meraním a porovnával ich s internou dokumentáciou. Pre potvrdenie mojich meraní som spotrebu času pre vybrané operácie zistil pomocou metódy MOST. Záver analytickej časti som venoval identifikácii hlavných zdrojov plytvaní a snažil som sa im priradiť čo najpresnejšiu spotrebu času.

Praktická časť vychádzala z údajov zistených v predchádzajúcej analýze. Začal som tvorbou nového layoutu. Ten odstránil všetky nedostatky popísané v časti analytickej. Návrh spĺňa predpoklady štíhleho pracoviska a najmä bol odstránený hlavný nedostatok a splne-

ný hlavný cieľ v tejto časti, a to eliminovanie obrovských vzdialeností, ktoré vznikli pri preprave počas výroby. Ďalším krokom bolo určenie taktu linky. Ten som určil podľa úzkeho miesta vo výrobe. Uviedol som výhody taktovania linky práve týmto spôsobom. Podarilo sa mi linku vybalansovať tak, aby výrobný proces bol plynulý, stabilný a vyťaženie pracovníkov čo najideálnejšie. Odstránil som základné nedostatky v oblasti vizualizácie, ktoré som popísal v analytickej časti a podal som ďalšie možné návrhy, ku ktorým sme dospeli spolu s vedením spoločnosti. Ďalej som sa zameril na implementáciu metódy 5S. Vyjadril som dôležitosť správneho oboznámenia a presadenia tejto metódy medzi pracovníkmi, naznačil riziká v prípade, že tento systém nebude medzi nimi správne prijatý a dodržiavaný. Záver projektovej časti práce som venoval myšlienkam, ako odstrániť identifikované plytvanie. K mnohým nápadom sme dospeli spolu s vedením pri diskusii o daných problémoch. Taktiež som v závere zhodnotil navrhované projektové riešenia a formuloval odporúčania pre zlepšenie sledovanej výrobnéj linky.

ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATURY

HIRANO, Hiroyuki, 2009. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. 1. vyd. Brno: SC&C Partner, x, 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.

Akademie produktivity a inovací s.r.o [online]. © 2005 - 2012. [cit. 203-03-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>.

Akademie produktivity a inovací s.r.o , © 2005 – 2012. [online]. [cit. 203-03-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>.

Akademie produktivity a inovací s.r.o © 2005 – 2012. [online]. [cit. 203-03-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70803.analyza-a-mereni-prace/>.

Akademie produktivity a inovací s.r.o., © 2005 – 2012. [online]. [cit. 203-03-12]. Dostupné z : <http://e-api.cz/page/68391.5s/>.

BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA, 2003. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 213 s. ISBN 80-247-0613-x.

COX, James F a John G SCHLEIER, 2010. *Theory of constraints handbook*. New York: McGraw-Hill, , xxxvi, 1175 s. ISBN 978-0-07-166554-4.

DENNIS, Pascal, 2002. *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. New York: Productivity Press, xiv, 170 s. ISBN 1563272628.

Fraunhofer IPA Slovakia, ©2013. [online]. [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: http://www.ipaservis.sk/slovník_view.aspx?id_s=107.

CHALICE, Robert, 2010. *Improving healthcare using Toyota lean production methods: 46 steps for improvement*. 2nd ed. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, xiv, 314 s. ISBN 978-0-87389-713-6.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

KHAN, M. I., 2007. *Industrial Engineering*. [s.l.] : New Age International. [online]. [cit. 203-03-12]. Dostupné z:

<<http://books.google.cz/books?id=Q4SUIQXdpqQC&printsec=frontcover&dq=industrial+>

enginee-

ring,+khan&source=bl&ots=SRsd02zMay&sig=WMFX88SCzPWeyT8xPMNIUFoVw0E
&hl=cs&ei=kLl8TaCqMs2RswaR4PjWBw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1
&ved=0CBgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>. ISBN 8122415091.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

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

SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley, xxxiv, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

ZLOCHOVÁ, Martina, 2012. *Optimalizace výrobních buněk*. Akademie produktivity a inovací s.r.o

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

5S	Metóda štandardizácie na pracovisku
JIT	Just in time – práve v čas
PI	Priemyslové inžinierstvo
TOC	Teória obmedzenia
VA	Pridaná hodnota

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Príklady plytvania vo výrobe	14
Obrázok 2 Úzke miesto.....	26
Obrázok 3 Káblové systémy	32
Obrázok 4 Kabeláž a elektrické systémy	32
Obrázok 5 Káblové a elektrické systémy	33
Obrázok 6 Systémy pre lekársky priemysel	33
Obrázok 7 Elektromechanické systémy.....	34
Obrázok 8 Sústružené diely	34
Obrázok 9 Zákazníci.....	35
Obrázok 10 Organizačná štruktúra	36
Obrázok 11 Organizačná štruktúra	37
Obrázok 12 Zákazníci a výrobky.....	38
Obrázok 13 Vodič neodizolovaný, odizolovaný čiastočne a odizolovaný úplne	40
Obrázok 14 Kábel po a pred operáciou nástrek	40
Obrázok 15 Prístroj a ochranná guma.....	41
Obrázok 16 Seal tesnenia a narazené kontakty.....	42
Obrázok 17 Rôzne druhy konektorov a jeho časti	42
Obrázok 18 Narážanie a ohýbanie cievok	43
Obrázok 19 Cievka s nástrekom a bez nástreku	44
Obrázok 20 Základné cievky	45
Obrázok 21 Dlhé cievky s Wellhrohrom	46
Obrázok 22 Cievka s tulle.....	47
Obrázok 23 Layout a trasy pri výrobe základných cievok	49
Obrázok 24 Layout a trasy pri výrobe cievok s Wellhrohrom	50
Obrázok 25 Layout a trasy pri výrobe cievok s tulle	52
Obrázok 26 Nedostatky v dodržiavaní systému vizualizácie	54
Obrázok 27 Neusporiadané a nestandardizované pracovisko.....	55
Obrázok 28 Vzor dielenskej zákazky	57
Obrázok 29 Rozstrapatené konce odizolovaných káblov	63
Obrázok 30 Starý typ rezačky na pásku.....	64
Obrázok 31 Nový layout.....	66

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Základné ukazovatele	37
Tabuľka 2 Vzdialenosti v krokoch	53
Tabuľka 3 Procesná analýza základných druhov cievok	58
Tabuľka 4 Procesná analýza dlhých Wellhrových cievok	60
Tabuľka 5 Procesná analýza cievok s nástrekom tulle	61
Tabuľka 6 Objednávky cievok.....	68
Tabuľka 7 Balansovanie linky pri výrobe základných cievok.....	71
Tabuľka 8 Balansovanie linky při dlhých cievkach.....	72
Tabuľka 9 Balansovanie linky pri cievkach s tulle.....	73

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha P I: MOST navlečenie seal tesnenia

Príloha P II: MOST navlečenie ochranných gúm

Príloha P III: MOST Narážanie a ohýbanie cievok

Príloha P IV: Pôvodný layout linky ZF CDCe

Príloha P V : Nový layout linky ZF CDCe

PRÍLOHA P I: MOST NAVLEČENIE SEAL TESNENIA

Navlečenie seal tesnenia													
1	Získanie káblov a namočenie do oleja	OP	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 3			A 1	1	90
			1	1	1	1	1	1			1	1	
2	získanie jedného kábla	OP	A 0	B 0	G 3	A 0	B 0	P 0			A 0	1	30
			1	1	1	1	1	1			1	1	
3	získanie malej gumičky (seal tesnenia) a nasadenie na kábel	OP	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6			A 0	1	90
			1	1	1	1	1	1			1	1	
4	získanie malej gumičky (seal tesnenia) a nasadenie na kábel	OP	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6			A 0	1	90
			1	1	1	1	1	1			1	1	
5	odloženie hotového kábla	OP	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 1			A 1	1	30
			1	1	1	1	1	1			1	1	
Celková spotreba času:				0,20		11,87		330					
				minut		sekund		TMU					

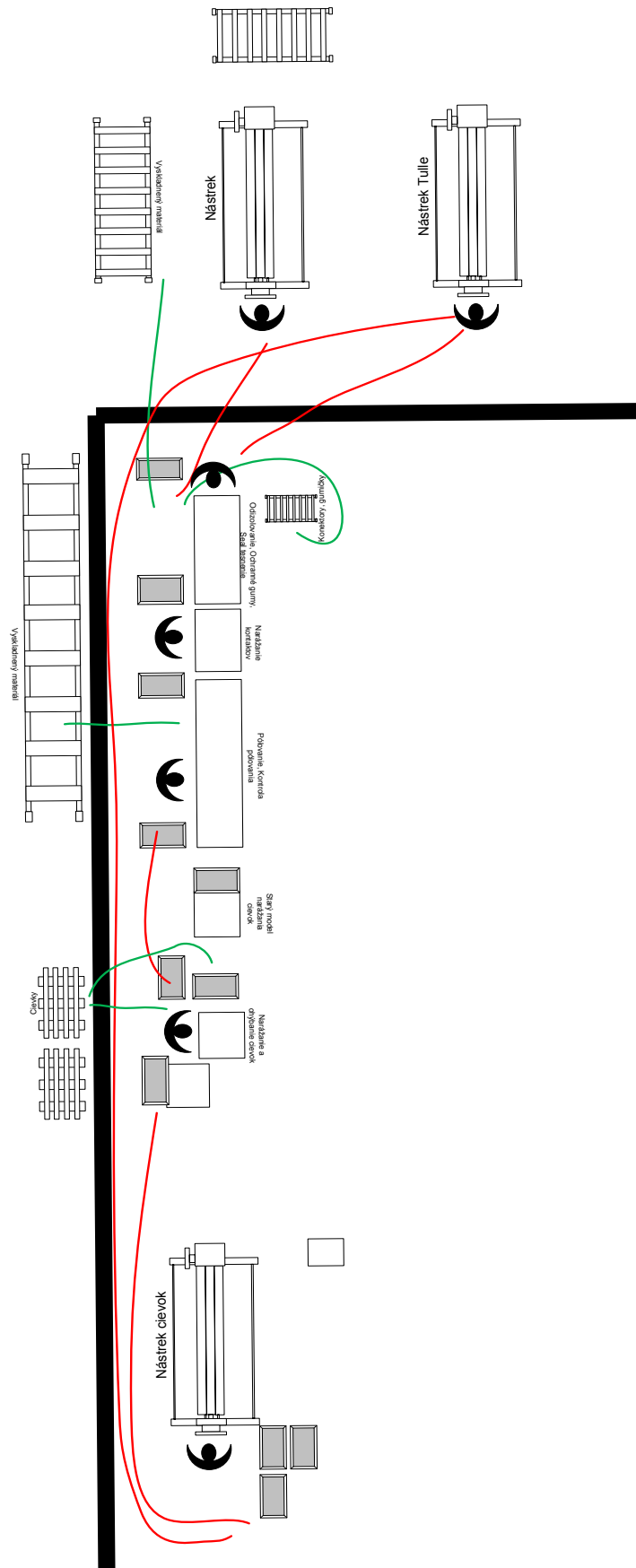
PRÍLOHA P II: MOST NAVLEČENIE OCHRANNÝCH GÚM

Navlečenie dvoch ochranných gúm na dlhé káble										
1	získanie kábla z krabice odhrnutie izolácie, namáčanie do oleja	OP	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3				A 0	1	110
			1 1 2	1 1 1				1		
2	získanie a namočenie gumičky,	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1				A 0	1	40
			1 1 1	1 1 1				1		
3	nasadenie gumičky na stroj	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 6				A 0	1	70
			1 1 1	1 1 1				1		
4	nasadenie kábla do kumičky	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 6				A 0	1	70
			1 1 1	1 1 1				1		
5	odstránenie gumičky od stroja s káblom, upravenie gumičky na kábli	OP	A 0 B 0 G 3	A 0 B 0 P 3				A 0	1	60
			1 1 1	1 1 1				1		
6	získanie a namočenie gumičky,	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1				A 0	1	40
			1 1 1	1 1 1				1		
7	nasadenie gumičky na stroj	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 6				A 0	1	70
			1 1 1	1 1 1				1		
8	nasadenie kábla do kumičky	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 6				A 0	1	70
			1 1 1	1 1 1				1		
9	odstránenie gumičky od stroja s káblom, upravenie gumičky na kábli	OP	A 0 B 0 G 3	A 0 B 0 P 3				A 0	1	60
			1 1 1	1 1 1				1		
10	odloženie hotového kábla	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1				A 0	1	20
			1 1 1	1 1 1				1		
					0,37	21,94	610			
					minut	sekund	TMU			

PRÍLOHA P III: MOST NARÁŽANIE A OHÝBANIE CIEVOK

Narážanie a ohýbanie cievok dlhých káblov														
získanie cievky a umiestnenie do stroja	OP	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3					A 0	1	6
		1	1	1	1	1	1					1	1	0
zasunutie cievky do stroja pákou, zaistenie pákou	ŘP	A 0	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0					A 0	1	3
		1	1	1	2	1	1					1	1	0
získanie kábla a narovnanie káblikov	N	A 1	B 0	G 3	A 0	B 0	P 3	F 1	A 0	B 0	P 0	A 0	1	8
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
uloženie kábla do stroja a narazenie strojom	ŘP	A 0	B 0	G 0	M 3	X 1	I 0					A 0	1	4
		1	1	1	1	1	1					1	1	0
odtiahnutie páky	ŘP	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0					A 0	1	3
		1	1	1	1	1	1					1	1	0
získanie kábla s cievkou a umiestniť ho do stroja na ohýbanie	OP	A 0	B 0	G 1	A 1	B 1	P 3					A 0	1	6
		1	1	1	1	1	1					1	1	0
uchopenie páky a ohnutie cievky	ŘP	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0					A 0	1	3
		1	1	1	1	1	1					1	1	0
odobratie kábla s cievkou uloženie do bedne	OP	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3					A 1	1	7
		1	1	1	1	1	1					1	1	0

PRÍLOHA P IV: PÔVODNÝ LAYOUT LINKY ZF CDCE



PRÍLOHA P V: NOVÝ LAYOUT LINKY ZF CDCE

