

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Bakalářská práce

Analýza toku dílů vstupujících do předmontáže

Katarína Planá

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza toku dílů vstupujících do předmontáže" jsem vypracovala samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

.....

Katarína Planá

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Katarína Planá

Technologická zařízení staveb

Název práce

Analýza toku dílů vstupujících do předmontáže

Název anglicky

Analysis of material flows into pre-assembly

Cíle práce

Analýza výrobních a logistických procesů a identifikace existujících problémů

Metodika

Zmapování současného stavu výrobních/logistických procesů

Analýza současného stavu

Identifikace problémů a neefektivit

Odhad potenciálu řešení identifikovaných problémů

Stručný návrh řešení vybraných problémů

Doporučený rozsah práce

40 až 50 stran

Klíčová slova

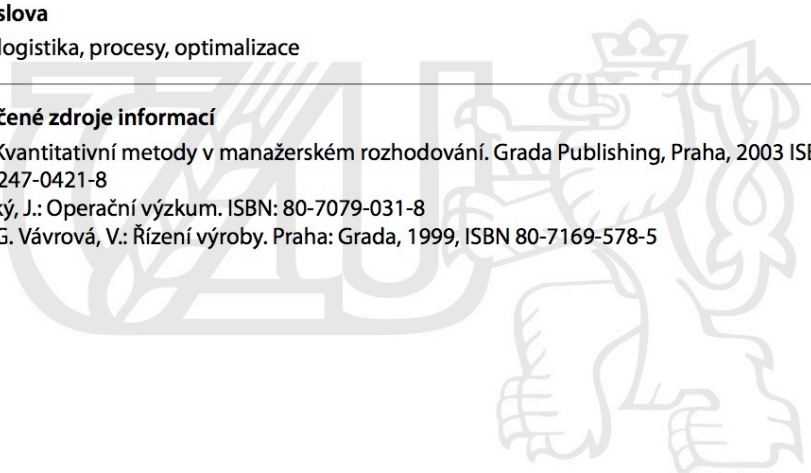
Výroba, logistika, procesy, optimalizace

Doporučené zdroje informací

Gros, I.: Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Grada Publishing, Praha, 2003 ISBN: 80-247-0421-8

Jablonský, J.: Operační výzkum. ISBN: 80-7079-031-8

Tomek, G. Vávrová, V.: Řízení výroby. Praha: Grada, 1999, ISBN 80-7169-578-5



Předběžný termín obhajoby

2015/05 (květen)

Vedoucí práce

Ing. Tomáš Hladík, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 13. 12. 2013

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2015

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Tomáši Hladíkovi Ph. D. za ochotu, pomoc a odborné vedení. Dále také děkuji panu Bc. Petru Janků za materiály a čas poskytnutý v rámci praktikantského pobytu ve zvolené firmě při vypracovávání této práce.

Analýza toku dílů vstupujících do předmontáže

Analysis of material flows into pre-assembly

Souhrn

Tato bakalářská práce je zaměřena na analýzu toku dílů vstupujících do předmontáže hnaného hřídele ve zvolené organizaci. První část je teoretická a zaměřena na principy štíhlé výroby, manažerské metody k jejímu docílení a postupy mapování hodnotových toků. Další část je věnována konkrétní předmontážní lince, jejímu mapování z hlediska hodnotového toku, zásobování a četnosti doplňování pracovních stanic. Následná kapitola obsahuje popis jednotlivých problémů a návrhy možných zlepšení. Dále práce obsahuje návrh budoucího stavu, ve kterém je v plánu navýšení vyráběných dílů. Závěr práce se věnuje celkovému hodnocení.

Summary

This bachelor is focused on the analysis of the flow of parts entering into the assemble of the driven shaft in the selected organization. The first part is theoretical and focused on the principles of lean production, managerial methods for its realization and procedures mapping value streams. The next section is devoted to the concrete assembly line, its a mapping from the perspective of the value of the flow of supply and frequency of refilling stations. The subsequent chapter contains a description of the various problems and suggestions for possible improvements. Further work includes the design of the future state, in which it is planned to increase the produced parts. The conclusion of the study is dedicated to the overall assessment.

Klíčová slova

Logistika, optimalizace, procesy, výroba

Keywords

Logistics, optimization, process, manufacturing

Obsah

Obsah	1
1 Úvod.....	10
2 Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce	11
2.2 Metodika	11
3 Teoretický přehled	12
3.1 Štíhlá výroba	12
3.1.1 Principy štíhlé výroby	12
3.1.2 Just In Time	13
3.1.3 JIDOKA.....	14
3.1.4 "5 Whys"	14
3.2 Paretova analýza	15
3.3 Hodnotový tok.....	16
3.4 Mapování hodnotových toků	16
3.5 Value stream mapping	17
3.5.1 Postup tvorby mapy aktuálního stavu	17
3.5.2 Postup tvorby mapy budoucího stavu	18
3.5.3 Ikony pro mapování procesů	19
4 Vybraná společnost.....	20
4.2 Předmontáž hnaného hřídele do převodovky.....	20
4.3 Popis hnaného hřídele	20
4.4 Popis pracovní činnosti jednotlivých stanic.....	21
4.4.1 Založení hnané hřídele převodovky operace č. 15J	21
4.4.2 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 20J.....	21
4.4.3 Montáž kola 5. rychlosti operace č. 25J	21
4.4.4 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 30J.....	22
4.4.5 Montáž kola 4. rychlosti a synchronní spojky 3/4 rychlosti operace č. 35J.....	22
4.4.6 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 40J.....	22
4.4.7 Montáž kola 3. rychlosti operace č. 45J	23
4.4.8 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 50J	23

4.4.9 Montáž kola 2. rychlosti a synchronní spojky 1/2 rychlosti operace č. 55J.....	23
4.4.10 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 60J.....	24
4.4.11 Montáž kola 1. rychlosti operace č. 65J.....	24
4.4.12 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 70J.....	24
4.4.13 Montáž kuželového kroužku ložiska a vyjmutí kompletu operace č. 75J.....	25
4.5 Doprava dílů do haly M6	25
5 Praktická část	27
5.1 Mapa aktuálního stavu	27
5.2 Návrhy na zlepšení.....	31
5.3 Budoucí stav.....	33
7 Závěr.....	35
8 Seznam použitých zdrojů.....	36
10 Přílohy.....	37
Seznam obrázků	39
Seznam tabulek	39
Seznam zkratk	39

1 Úvod

Konkurenceschopnost na trhu v oblasti průmyslu a především toho automobilového spočívá ve zvyšování kvality výrobků a zároveň snížení nákladů na výrobu. To je důvod, proč je trendem tzv. štíhlá výroba. Většina prosperujících podniků již metody štíhlé výroby zavádí a používá. Tyto postupy spočívají především v omezení významných druhů plýtvání, jedním z nichž je například minimalizace skladových zásob. Proto je v dnešní době hojně využívána metoda just-in-time a mnohé další popsané v kapitole teoretického přehledu.

Možnost nahlédnout do utajovaného a složitého procesu výroby dané společnosti mají mnohdy pouze zaměstnanci firmy. Díky osobní zkušenosti s touto pracovní pozicí jsem se rozhodla pokusit se o zmapování hodnotového toku za stávajícího stavu, návrhu řešení problémů a také popis plánovaného stavu s navýšením výroby dílů.

Konkrétně je tedy práce zaměřena na předmontážní linku kompletu hnaného hřídele, což je jedna z nejdůležitějších součástí převodovky. Jako hodnotový tok je zde zvolen pastorek, tedy hlavní součást kompletu. Cílem je zmapovat zásobování linky a četnost doplňování stanic. Vzdálenost skladovacích prostor a četnost doplňování materiálu na jednotlivá pracoviště je analyzována pomocí Paretova diagramu. Nalezené problémy, jejich příčiny a případná řešení jsou uvedena v závěru práce.

2 Cíl práce a metodika

Cílem této bakalářské práce je analyzovat aktuální stav předmontáže hnaného hřídele převodovky v závodě firmy "XY" z hlediska materiálových toků. Dále identifikovat již existující problémy a navrhnout stav budoucí. V něm je cílem připravit výrobní systém na navýšení výroby.

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je analyzovat procesy probíhající na předmontáži hnaného hřídele ve zvolené organizaci. Konkrétně se jedná o montáž pastorku hnaného hřídele do převodovky, která se nachází ve výrobní hale označované jako M2. Za stávajícího stavu zde probíhá výroba 1500 kusů za den ve třisměnném provozu. V budoucnu je v plánu navýšení počtu vyráběných kusů na 1700. Cílem je tedy připravit logistický systém na vyšší kapacitu výroby a najít případné problémy se zásobováním linky.

2.2 Metodika

Metodika vychází z výše uvedených cílů a bude se skládat z následujících kroků:

1. zpracování teoretického přehledu
2. analýza současného stavu předmontáže pomocí metody VSM
3. analýza příčin problémů
4. návrh budoucího stavu
5. vyhodnocení výsledků

3 Teoretický přehled

3.1 Štíhlá výroba

Štíhlou výrobu a její řízení je možno chápat jako komplexní systém, kdy podnik jako celek ve všech oblastech uplatňuje zásady štíhlosti neboli lean (tzn. výroba bez plýtvání, tudíž zbavení se všech činností, které nepřidávají výrobku hodnotu). Komplexnost systému umožňuje rozšiřování jeho využití nejenom z oblasti výrobní do dalších podnikových oblastí. Koncept štíhlé výroby je výrazně orientován na zákazníka. Proto principy lean managementu našly a dále nachází své uplatnění i například v oblasti služeb.

Lean management neboli štíhlá výroba je koncept, mající prapůvod již ve výrobním systému zavedeném v továrnách Henryho Forda. I když měl tento výrobní systém značná omezení, zejména z hlediska možnosti flexibility výroby, změnil zažité pohledy na výrobu. Zavedení výroby na montážních linkách, které respektovalo plynulost výrobního toku, standardizace výroby apod., to vše můžeme pozorovat v moderních výrobních podnicích, které mají zásady štíhlé výroby implementovány. (KRISTOVÁ, 2010)

3.1.1 Principy štíhlé výroby

Pro štíhlou výrobu je charakteristický tzv. model chrámu, který je společný ve všech štíhlých výrobních systémech. Model chrámu je zvolen z důvodu své názornosti a blízké podobnosti s reálnou firmou. Tento chrám je stabilní pouze tehdy, jsou-li stabilní jeho základy, pilíře a střecha. Síla celého systému se tedy řídí jeho nejslabším článkem. V různých obměnách existuje několik verzí tohoto chrámu, princip však zůstává stejný. (PASEKA, 2011)



Obrázek č. 1: Základní grafická podoba štíhlé výroby (JANEC, 2013)

Z obrázku vyplývá, že základ štíhlé výroby stojí na stabilitě a standardizaci. Důležité opěrné pilíře tvoří Just-in-time a Jidoka. Hlavním cílem je na obrázku znázorněna střecha - zaměření se na zákazníka, a to tím, že se snaží dosáhnout nejvyšší kvality, při co nejmenších nákladech a v co nejkratším možném čase. Takzvaným srdcem tohoto systému výroby jsou motivovaní členové pracovního týmu, kteří se neustále snaží hledat nové lepší cesty a způsoby jak dosáhnout daných cílů. (JANEC, 2013)

3.1.2 Just In Time

JIT je nejznámější manažerská technologie od dob svého vzniku. Metoda vznikla v 70. letech minulého století v japonské automobilce Toyota jako reakce na nepružnost a nízkou schopnost reakce v důsledku velkých sérií. Systémově byla koncipována v 80. letech minulého století v USA a posléze přenesena do Evropy. Nyní s ní pracuje na celém světě několik desítek tisíc podniků, převážně průmyslových, a to jak v oblasti zásobování a výroby, tak i distribuci.

Tato technologie spočívá v uspokojení potřeby po určitém materiálu (dílu, komponentě) ve výrobě nebo po určitém hotovém výrobku (zboží) v distribučním článku

jeho dodáváním "právě v čas", tedy přesně v dohodnutých a dodržovaných termínech podle potřeby odebíracího článku. Dodávají se malá množství, v co možná nejpozdějším okamžiku jejich potřeby, dodávky jsou velmi časté. Díky tomu na sebe mohou články v dodavatelském řetězci navazovat jen s minimální pojistnou zásobou.

Jádrem JIT je myšlenka, že je třeba eliminovat jakékoliv ztráty. Cílovým ideálním stavem je výroba bez udržování zásob (kromě minimální pojistné zásoby). Tato koncepce v sobě zahrnuje rovněž metody měření a hodnocení jakosti, jakož i plánování hmotných toků. (ŘEZÁČ, 2009)

3.1.3 JIDOKA

Metoda JIDOKA pracuje se zodpovědností a kontrolou kvality každým zaměstnancem. Další z pilířů štíhlé výroby - jinak řečeno autonomizace neboli automatizace s lidskou inteligencí, která umožní pracovníkům nebo strojům detekovat abnormální stav a okamžitě zastavit práci. Chyba je obvykle signalizována pomocí praporků či světel s doprovodnými výstražnými signály.

Tím, že se práce zastaví ihned při detekci chyby, se pozornost soustředí na příčiny problémů v okamžiku, kdy nastanou. V případě opakujících se chyb se vytvoří nápravná opatření, která se zabudují do procesu. Předem se tak dalším opakování těchto chyb. Těmito průběžnými kontrolami správnosti procesu dochází ke zvyšování jakosti.

Jidoka také zajistí, aby u každého stroje nemusel vždy stát operátor hlídající proces. Jeden operátor může obsluhovat několik strojů, protože chyby se automaticky detekují a v případě kolize se proces zastaví, aby mohla být příčina rychle odstraněna. (PASEKA, 2011)

3.1.4 "5 Whys"

K odstranění detekovaných příčin slouží mnohé postupy. Jedním z nich je poměrně jednoduchá dotazovací metoda pro odhalování a identifikaci základního vztahu příčiny a následku analyzovaného problému.

Tento nástroj řízení a zvyšování kvality se rozšířil do podvědomí široké veřejnosti v 70. letech 20. století díky jeho využívání společností Toyota Industries Corporation v jejich metodice štíhlé výroby zvané Toyota Production Systems. Metoda „5x proč“ je založena na zřetězeném pětinasobném dotazování se otázky „Proč?“. Tímto postupem je možné

identifikovat základní příčiny, což je nezbytným předpokladem odstranění nežádoucích vlivů, jenž tato příčina má.

Výhodou je to, že jeho využití je možné okamžitě po identifikaci problému a není nutné se s jeho problematikou zdlouhavě seznamovat. Metoda je považována za významnou součást systematického řešení problémů, nicméně sama o sobě nepředstavuje systematické řešení. (TESAŘ, 2010)

Jako příklad si uveďme problém s kvalitou u jedné z francouzských automobilek. Jde o klasickou reklamaci, kde si zákazník stěžuje na nemožnost namontovat 5 kusů jednoho výrobku.

1. Proč výrobky není možné namontovat?

Protože v kovové části výrobku chybí závity.

2. Proč v kovové části výrobku chybí závity?

Protože je tam dodavatel výrobku neudělal.

3. Proč je tam dodavatel výrobku neudělal?

Nebyla to chyba dodavatele výrobku, ale jeho subdodavatele.

4. Proč subdodavatel dodal výrobky bez závitů?

Protože při výrobě praskl závitový nástroj.

5. Proč praskl závitový nástroj?

Protože má omezenou životnost. (LEVAY, 2005)

Po pěti logicky položených otázkách známe odpověď na otázku Proč se problém vyskytl. (LEVAY, 2005)

3.2 Paretova analýza

Autorem je Joseph Moses Juran, rumunský rodák, který se věnoval problematice řízení kvality. Jeho hlavním zjištěním totiž bylo, že ve všech zemích a dobách byla distribuce příjmů a bohatství vysoce asymetrická a že malá skupina lidí měla vždy v rukou většinu bohatství. Na základě svého pozorování pak dospěl k definici, že zhruba 80 % bohatství je soustředěno u 20 % populace. (ZIKMUND, 2010)

Paretova analýza je jedním z obecných prostředků diagnózy a následných opatření při zlepšování jakosti výrobků a jakosti práce. U většiny podnikových jevů (hlavně negativních) připadá převážný podíl příčin jevů na několik málo jednotek (podle Paretova pravidla právě v poměru 80:20). Tyto jednotky můžeme nazvat závažnými nebo životně důležitými. Ostatní jednotky, které tvoří převážnou většinu souboru, jsou nevýznamné právě z hlediska jejich působení na výsledný efekt zkoumaného jevu. Závažné příčiny nebo jednotky vyšetřujeme jednotlivě jako hlavní nositele potenciálních příčin zkoumaného jevu. Paretův princip se dá použít v různých oblastech rozhodování při řešení ekonomických problémů, technických problémů, problémů strategického plánování (řízení) jakosti. (KOŽÍŠEK, 2010)

3.3 Hodnotový tok

Hodnotovým tokem rozumíme souhrn všech aktivit v procesech, které vůbec umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka. Do hodnotového toku ve výrobním podniku tedy zahrnujeme jak aktivity, které výrobku přidávají hodnotu, tak i aktivity, které výrobku hodnotu nepřidávají. Patří sem například zpracování nabídek a návrhů, technická dokumentace, komunikace v dodavatelském řetězci, transport materiálu, samotné výrobní operace nebo fakturace a provedení finančních operací. (MAŠÍN, 2003)

3.4 Mapování hodnotových toků

Metoda mapování hodnotových toků, v dnešní době známá pod anglickým názvem "Value stream mapping", má svůj původ ve firmě Toyota, která ji již od padesátých let používá pod názvem "Material and Information Flow Mapping". Tato metoda sloužila jako jednoduchý komunikační nástroj k vysvětlování současného, budoucího i ideálního stavu výrobních procesů. (MAŠÍN, 2003)

Velkým kladem procesní analýzy a mapy toku hodnot je příležitost spatřit souvislosti a návaznosti mezi jednotlivými činnostmi, procesy a překážkami - plýtvání mezi nimi. (JANEC, 2013)

3.5 Value stream mapping

Tato metoda se vyznačuje převážně zaměřením na kvantitativní stránku daných procesů. Jedná se o grafickou techniku, která na základě standardizovaných ikon ukazuje vzájemné spojitosti a vazby v materiálových a informačních tocích, v konkrétním hodnotovém toku daného výrobku či skupině výrobků.

Při vytváření mapy hodnotového toku je nutné se zaměřit na daný výrobek či produkt od začátku až do konce. Začátkem procesu můžeme rozumět například uvolnění práce v podniku, dodání surového materiálu dodavatelem, změnovým návrhem apod. Koncem procesu může být ukončení procesů práce, dodání zákazníkovi nebo uskladnění na sklad. (JANEC, 2013)

V konkrétním případě sledované předmontáže hnaného hřídele můžeme za začátek procesu označit první pracovní stanici, na které dochází k zakládání pastorku, tedy stěžejní části výsledného produktu. Koncem pak dopravu kompletovaného hřídele z předmontáže do haly M6.

3.5.1 Postup tvorby mapy aktuálního stavu

Postup, kterým mapu vytvořit se skládá z těchto po sobě jdoucích kroků:

- a) definice produktových rodin (jednotlivých hodnotových toků)
- b) výběr konkrétního hodnotového toku
- c) vytvoření náčrtu procesu a příprava formulářů pro záznam dat
- d) záznam a výpočet základních údajů o zákazníkovi (např. požadavky, takt apod.)
- e) výpočet a záznam základních údajů o výrobních procesech a operacích:

aktuální délka cyklu

počet operátorů a pracovišť

počet variant výrobku

strojní čas

- f) zmapování rozpracované výroby v procesech a velikost zásob v místech skladování

- g) vlastní vytvoření hodnotové mapy s popisem sledu procesu včetně dodavatele a uvedení zjištěných údajů, včetně vytvoření VA linky pro výpočet VA indexu
- h) výpočet základních údajů o hodnotovém toku:

celkový procesní čas

VA – index

3.5.2 Postup tvorby mapy budoucího stavu

Budoucí stav nebo-li stav s potencionálním zlepšením. Postup na jeho zhotovení je následující:

- a) revize mapy současného stavu
- b) zakreslení ikon pro příležitost zlepšení do mapy současného stavu
- c) návrh na zlepšení v oblasti operací, materiálových a informačních toků
- d) popis nového sledu výrobních kroků pomocí ikon
- e) dokreslení materiálových toků včetně skladů s údaji o plánované velikosti zásob
- f) dotvoření systému a nové formy plánování informačních toků
- g) Vytvoření VA linky a výpočet nových základních údajů charakterizující nový návrh toků:

celkový procesní čas





























VA – index

- h) provedení porovnání současného a budoucího stavu pomocí uvedených parametrů
- i) provedení revize mapy a sestavení akčního plánu na dosažení budoucího stavu

(JANEC, 2013)

3.5.3 Ikony pro mapování procesů

Pro popis hodnotových metod se používá celá řada ikon, které dělíme na ikony pro informační tok, ikony pro materiálový tok a obecné ikony.

Ikony pro materiálový tok			
Externí zdroje 	Proces 	Data o procesu 	Zásoby 
Transport 	Tok hotových výrobků 	Pohyb tlakem 	Pohyb tahem 
Supermarket 	Vyrovnávací zásoba 	Bezpečnostní zásoba 	
Ikony pro informační tok			
Manuální informování 	Elektronická informace 	Typ informace 	Inventurní plánování 
Výrobní kanban 	Dopravní kanban 	Signální kanban 	Kanbanová schránka 
Hejunka 	Hejunka-správce 	FIFO 	Výrobní mix 
Všeobecné ikony a symboly			
Operátor 	Výrobní buňka 	Počítačová podpora 	Příležitost ke zlepšení 
VA-linka 			

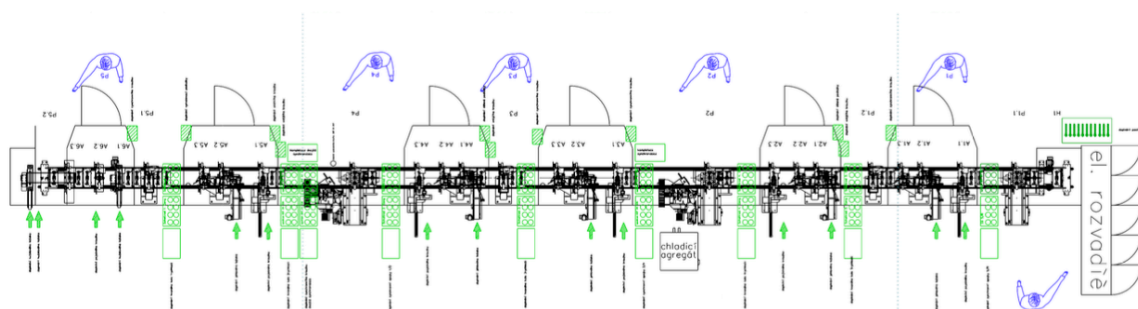
Obrázek č. 2: Ikony pro mapování hodnotového toku na podnikové úrovni (MAŠÍN, 2003)

4 Vybraná společnost

4.2 Předmontáž hnaného hřídele do převodovky

Jedná se o samostatnou výrobní linku situovanou do výrobní haly M2. Linka je zásobována jak nakupovanými díly jako jsou synchronní kroužky, pojistné kroužky nebo ložiska, tak součástmi vyráběnými přímo v závodě jako například pastorek, spojka 5R/ZP (5. rychlosti/kolo zpětného chodu) a další. Linka pracuje v taktu 30 s. Skládá se ze 7 stanic s manuální obsluhou a ze 6 automatizovaných stanic. Postupná montáž kompletu se provádí na nosičích obrobku (paletách), které neustále rotují na pásu výrobní linky.

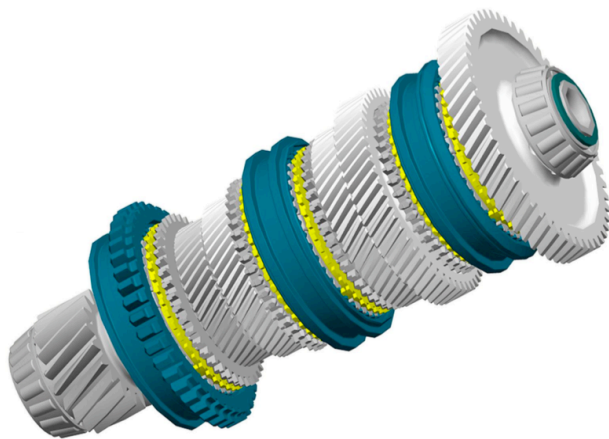
Každá obsluhovaná stanice je opatřena světelnou závorou, při jejímž přerušení se proces probíhající ve stanici zastaví. Podle zásad metody Jidoka je tedy každý obsluhující pracovník zároveň kontrolorem kvality, může okamžitě řešit nastalý problém a zároveň je zajištěna bezpečnost práce.



Obrázek č. 3: Layout předmontáže hnaného hřídele v hale M2 (Vlastní)

4.3 Popis hnaného hřídele

Hnaný hřídel je součástí převodovky. Tento typ převodovky má dva hřídele umístěné těsně vedle sebe. Na vstupním (hnacím) hřídeli jsou pevně umístěna kola jednotlivých rychlostních stupňů. Naproti nim hnaná kola jsou na hnaném hřídeli uložena volně a při otáčení hnané hřídele se točí různými úhlovými rychlostmi. Výstupní úhlová rychlost se řídí podle rychlosti hnaného kola, které je k němu připojeno zubovou spojkou.



Obrázek č. 4: Komplet hnaného hřídele (Vlastní)

4.4 Popis pracovní činnosti jednotlivých stanic

4.4.1 Založení hnané hřídele převodovky operace č. 15J

Na první stanici výrobní linky obsluha odeberá správný typ pastorku z pracovního koše nebo vozíku a zakládá ho do kontrolní pozice pro ozubení. Během kontroly odebere z pracovního koše synchronní spojku 5. rychlosti a zapolohuje ji ozubením směrem dolů do montážní pozice stroje. Odstupuje a stiskem tlačítka spouští automatický cyklus v němž dojde ke kontrole ozubení pastorku, zazubení a následně montáži synchronní spojky na drážkování pastorku. Po dokončení cyklu je paleta automaticky odeslána do další operace.

4.4.2 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 20J

Jedná se o automatický cyklus, ve kterém dojde k založení jehlového ložiska, namazání převodovým olejem a montáži pojistného kroužku do drážky hřídele.

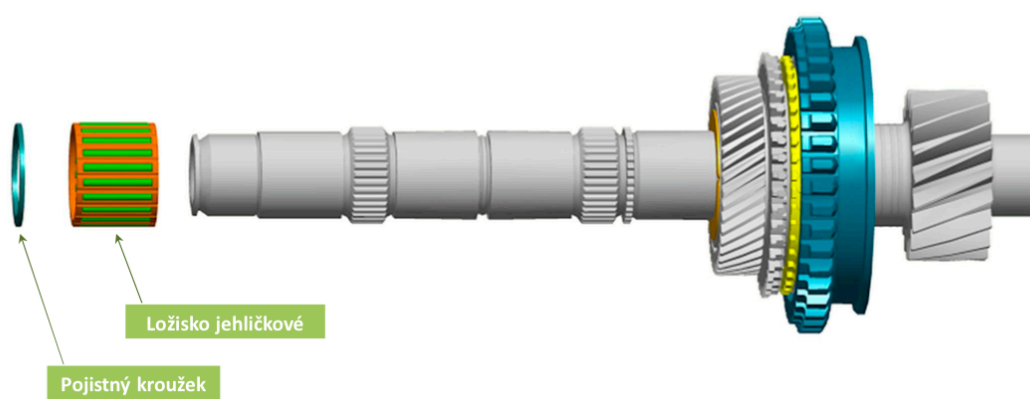
4.4.3 Montáž kola 5. rychlosti operace č. 25J

Z proložky je kolo 5. rychlosti založeno do montážní pozice stroje. Dále pak synchronní kroužek obsluha zazubí do synchronní spojky nalisované do pastorku. Z KLT (plastových přepravních obalů) odebere přídržný kroužek a nasadí jej na montážní beran. Po odstoupení a stisknutí tlačítka spustí automatickou montáž kola a kontrolu přítomnosti jehlového ložiska. Po dokončení této části následuje opět z KLT vložení dvou dělených podložek střední západkou do dvou protilehlých vývrtů v pastorku. Z montážního beranu

stáhne přídržný kroužek a přesune ho vnitřním průměrem na usazené dělené podložky. Odstupem a stisknutím tlačítka je spuštěn automatický cyklus kontroly a paleta je odeslána na další operaci.

4.4.4 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 30J

Tak jako v předchozí automatizované stanici, i zde dojde k automatickému cyklu, během něhož se založí jehlové ložisko, je namazáno převodovým olejem a proběhne montáž pojistného kroužku.



Obrázek č. 5: Schéma montáže jehličkového ložiska a pojistného kroužku operace č. 30J (Vlastní)

4.4.5 Montáž kola 4. rychlosti a synchronní spojky 3/4 rychlosti operace č. 35J

Z proložky je odebráno kolo 4. rychlosti a nasazeno vlevo do montážní pozice stroje. Stejně tak je komplet synchronní spojky 3/4 rychlosti a vsazeného synchronního kroužku založen do montážních čelistí stroje. Odstoupením a stisknutím tlačítka dojde ke kontrole přítomnosti jehlového ložiska, montáže kola a lisování synchronní spojky. Minimální lisovací síla je jak při pokojové teplotě, tak při použití povoleného předeřevu 3,5 kN. Naopak maximální hodnota je 25 kN. V nastavení lisovacích parametrů, může být z důvodu ochrany před poškozením pojistného kroužku zohledněna proměnná konstanta.

4.4.6 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 40J

Další z automatizovaných stanic, kde dojde k automatickému cyklu, během něhož se založí jehlové ložisko, je namazáno převodovým olejem a proběhne montáž pojistného kroužku.

4.4.7 Montáž kola 3. rychlosti operace č. 45J

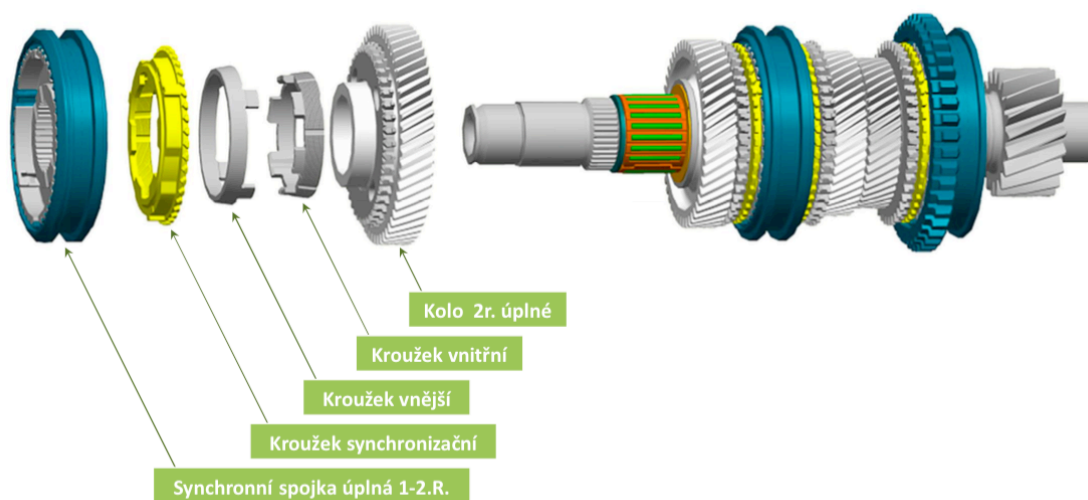
Z proložky odebrané kolo 3. rychlosti je obsluhou vloženo do montážní pozice stroje. Synchronní kroužek je zazuben do nalisované spojky na pastorku a přídržný kroužek je nasazen na montážní beran. Obsluha odstoupí a stiskne tlačítko, které spustí automatickou kontrolu přítomnosti jehlového ložiska a montážního kola. Po dokončení tohoto kroku vloží pracovník dvě dělené podložky proti sobě na namontované kolo 5. rychlosti a střední západkou je usadí do dvou protilehlých vývrtů pastorku. Z montážního beranu je přesunut synchronní kroužek vnitřním průměrem na usazené dělené podložky. Opět je stisknutím tlačítka spuštěn automatický cyklus kontroly všech namontovaných dílů.

4.4.8 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 50J

Po zastavení palety v pozici operace dojde k automatickému cyklu, během něhož probíhá založení jehlového ložiska, jeho namazání převodovým olejem a montáži pojistného kroužku do drážky hřídele.

4.4.9 Montáž kola 2. rychlosti a synchronní spojky 1/2 rychlosti operace č. 55J

Po odebrání kola 2. rychlosti z proložky je na kužel nasazen postupně vnější kroužek ozubením nahoru, vnitřní kroužek zuby směrem dolů, do kola 2. rychlosti a synchronní kroužek. Komplet kola s kroužky zapolohuje obsluha do drážky, spustí kontrolu přítomnosti a správné pozice synchronních kroužků. Výsledek kontroly je zobrazen signalizací stroje. Po úspěšné kontrole je komplet vloženo do montážní pozice a stisknutím tlačítka proběhne automatický cyklus. Kontrola přítomnosti jehlového ložiska, montáž kola a synchronní spojky. Paleta je odeslána na další operace.



Obrázek č. 6: Schéma montáže operace č. 55J (Vlastní)

4.4.10 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 60J

Operace, kde dojde k automatickému cyklu. Proběhne založení jehlového ložiska, namazání převodovým olejem a montáži pojistného kroužku do drážky hřídele.

4.4.11 Montáž kola 1. rychlosti operace č. 65J

Spolu s kolem 1. rychlosti odebere obsluha synchronní kroužek z proložky a zazubí ho do synchronní spojky nalisované na pastorku. Z KLT odebere vymežovací podložku a nasune ji na montážní beran. Odstoupí a stiskne tlačítko. Automatický cyklus zkontroluje přítomnost jehlového ložiska a zajistí montáž kola. Po dokončení této operace stáhne vymežovací podložku z beranu a přesune ji přes hřídel na namontované kolo 1. rychlosti. Následně proběhne kontrola montáže podložky a uložení všech dílů.

4.4.12 Montáž pojistného kroužku a klece jehlového ložiska operace č. 70J

Následuje operace, kde opět dojde k automatickému cyklu při kterém proběhne založení jehlového ložiska, namazání převodovým olejem a montáži pojistného kroužku do drážky hřídele.

4.4.13 Montáž kuželového kroužku ložiska a vyjmutí kompletu operace č. 75J

Po automatickém cyklu stroje, kdy dojde k nalisování kuželového ložiska na spodní průměr hřídele odebere obsluha kompletní pastorek. Úkolem je zkontrolovat jeho absolutní kompletnost. Při vodorovné poloze kompletu kontroluje volné protočení kol 1., 2., 3., 4., a 5. rychlosti. Dále ukládá jednotlivé komplety na přepravní paletu, na kterou průběžně usazuje kryty proti poškození dílů a mezi čela hřídelů příčnou stěnu.

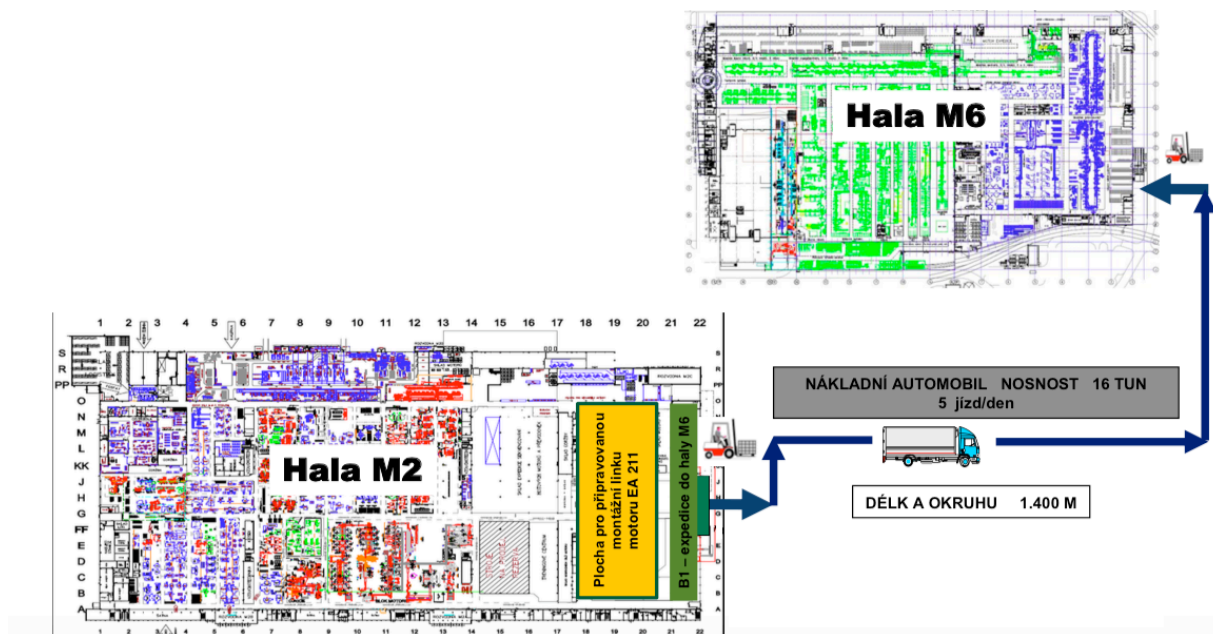
4.5 Doprava dílů do haly M6

Po poslední operaci, která proběhne na předmontážní lince dochází k paletizaci dílů po 36 kusech. Díly jsou uloženy v kovových hřebenech vložených do držáků přišroubovaných do palety označené jako VP7101. Rozměr palety je 800 x 600 x 600 mm, průměrná váha plné palety 196 kg a denně se jich při třísměnném provozu přepraví 46 ks. Doprava je zajišťována nákladním automobilem zhruba pět krát denně. Dále je s nimi manipulováno pomocí vysokozdvíhových vozíků.

Smontování počtu dílů odpovídající přepravní dávce a jeho uložení do přepravní palety zadá obsluha do výrobního systému IMIS, který na základě toho vygeneruje sledovací kartu s údaji potřebnými pro výrobu. Tu připevní na paletu, která je připravena k odvozu do skladu B1 v hale M2.



Obrázek č. 7: Paleta VP7101 s komplety hnaných hřídelů do převodovky (Vlastní)



Obrázek č. 8: Schéma dopravy kompletovaných dílů z výrobní haly M2 do haly M6 (Vlastní)

5 Praktická část

5.1 Mapa aktuálního stavu

Jako konkrétní mapovaný hodnotový tok byla vybrána nejdůležitější součást hnaného hřídele a to pastorek. Jedná se o interně vyráběný komponent a dodavatelem je tedy přímo firma. Vyrábí se ve třech variantách označovaných písmeny L, M, R podle hlavového průměru pastorku. Za den je třeba k plynulému provozu linky dodat celkem 1512 ks. Z výrobního procesu jsou na pracovních koších nebo vozících dopravovány na skladovací místo označené na mapě. Ke konkrétnímu pracovišti (tedy první pracovní stanici označené 15J) jsou dodávány logistikem směny podle potřeby a plánu vyráběného typu.

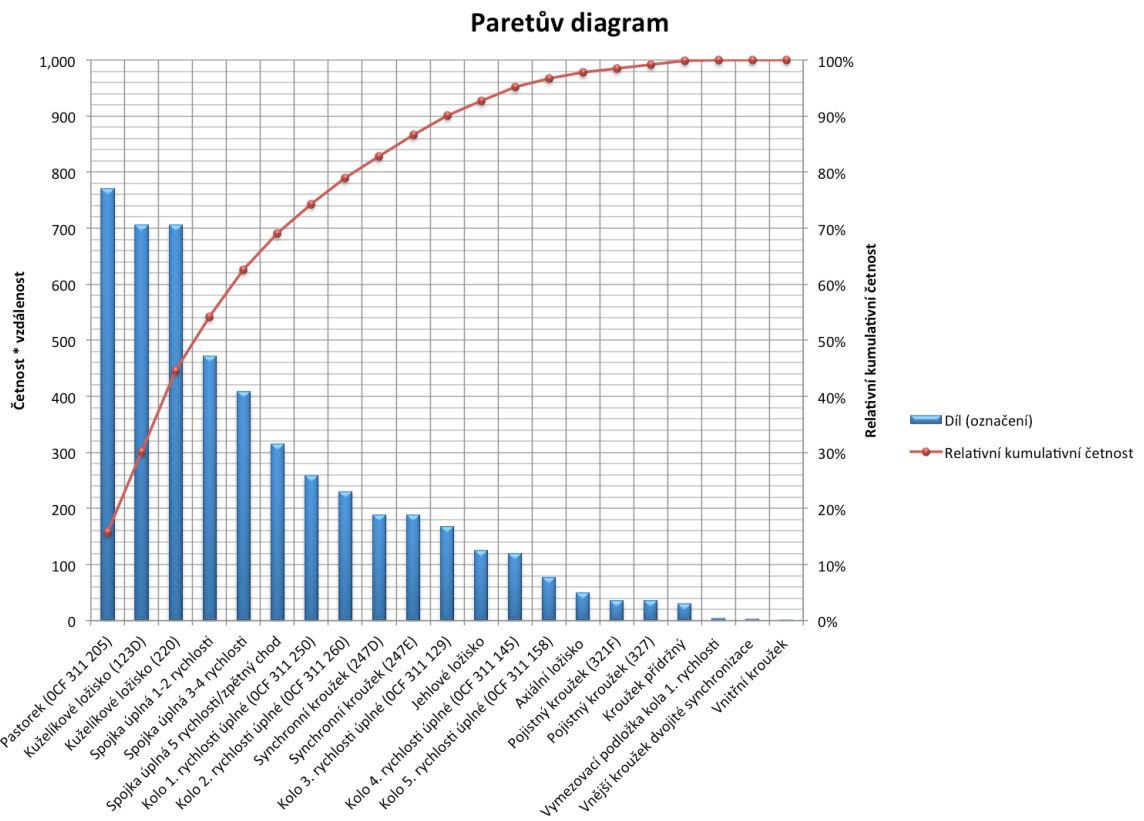
Na první stanici je pastorek ukotven k paletě, na které dále postupuje výrobním procesem. Postupně jsou na něj montovány další komponenty. Jejich konkrétní soupis, označení, počet v balení a druh je uveden v tabulce (viz. příloha).

Díl (označení)	Četnost doplnění ke stanicím	Vzdálenost skladovacích prostor (m)	Četnost * vzdálenost	Relativní kumulativní četnost
Pastorek (OCF 311 205)	30,9	25,0	771,4	15,75%
Kuželíkové ložisko (123D)	23,5	30,0	705,6	30,15%
Kuželíkové ložisko (220)	23,5	30,0	705,6	44,55%
Spojka úplná 1-2 rychlosti	15,8	30,0	472,5	54,20%
Spojka úplná 3-4 rychlosti	15,8	26,0	409,5	62,56%
Spojka úplná 5 rychlosti/zpětný chod	15,8	20,0	315,0	68,99%
Kolo 1. rychlosti úplné (OCF 311 250)	14,4	18,0	259,2	74,28%
Kolo 2. rychlosti úplné (OCF 311 260)	14,4	16,0	230,4	78,98%
Synchronní kroužek (247D)	37,8	5,0	189,0	82,84%
Synchronní kroužek (247E)	37,8	5,0	189,0	86,70%
Kolo 3. rychlosti úplné (OCF 311 129)	12,0	14,0	168,0	90,13%
Jehlové ložisko	31,3	4,0	125,0	92,68%
Kolo 4. rychlosti úplné (OCF 311 145)	12,0	10,0	120,0	95,13%
Kolo 5. rychlosti úplné (OCF 311 158)	7,7	10,0	77,1	96,71%
Axiální ložisko	10,1	5,0	50,4	97,73%
Pojistný kroužek (321F)	9,1	4,0	36,3	98,48%
Pojistný kroužek (327)	9,1	4,0	36,3	99,22%
Kroužek přídržný	6,0	5,0	30,2	99,83%
Vymezovací podložka kola 1. rychlosti	0,6	8,0	4,8	99,93%
Vnější kroužek dvojité synchronizace	3,0	1,0	3,0	99,99%
Vnitřní kroužek	0,3	1,0	0,3	100,00%

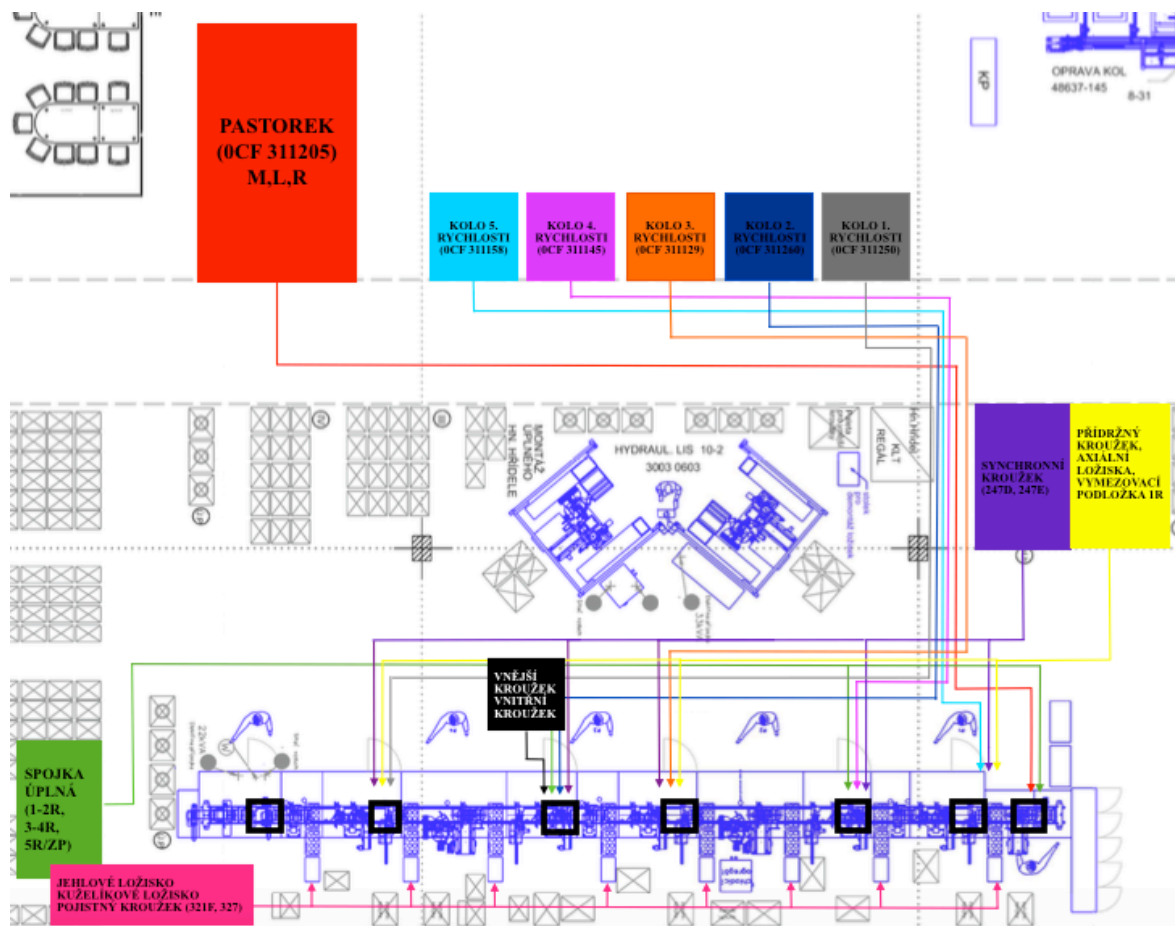
Tabulka č. 1: Četnost doplňování a vzdálenost - Paretova analýza (Vlastní)

Výše uvedená tabulka bere v úvahu četnost doplňování komponent k jednotlivým pracovním stanicím (podle počtu dílů v balení) za směnu a vzdálenost skladovacího prostoru od konkrétní stanice. Vynásobením těchto dvou hodnot dostáváme jednotku, pomocí níž můžeme analyzovat logistický proces doplňování. Sestrojením Paretova diagramu můžeme zjistit, na které položky bychom se měli zaměřit a odstranit tak příčiny zbytečného pohybu zaměstnanců, který je jedním ze základních druhů plýtvání ve štíhlé výrobě.

Podle Paretova pravidla tedy hledáme životně důležitou menšinu příčin. V našem případě se jedná konkrétně o doplňování zásob 6 komponent, což z celkových 21 tvoří 27,3%.



Obrázek č. 9: Paretův diagram četnosti doplnění a vzdálenosti komponent (Vlastní)



Obrázek č. 10: Schéma skladovacích prostor a jejich vzdálenosti od jednotlivých stanic na předmontáži (Vlastní)

Mezi jednotlivými stanicemi se vytváří dočasné zásoby, jejichž velikost je proměnlivá. Maximální, aktuální a průměrný stav je zapsán v mapě a váže se ke dni 20.3.2015. Velikost těchto zásob je ovlivňována taktem linky, pracovním nasazením obsluhy nebo například nedostatečným zásobením okolních stanic. Snahou je zajistit kontinuální chod linky s odpovídajícím taktem a počtem vyráběných kusů. Ideálně bez jakýchkoli takto dočasných zásob. Z důvodu závislosti na interně vyráběných komponentech však není vždy v moci logistika předmontáže takový stav zajistit.

Na konci předmontážní linky dochází k expedici dílů. Zákazníkem a odběratelem je opět společnost "XY". Již kompletní díl putuje na montážní linku převodovky do vedlejší výrobní haly v závodě. Přeprava je zajišťována nákladním automobilem, jehož nosnost je 16 tun a doprava je uskutečňována 5krát denně. Zde vzniká opět dočasná zásoba

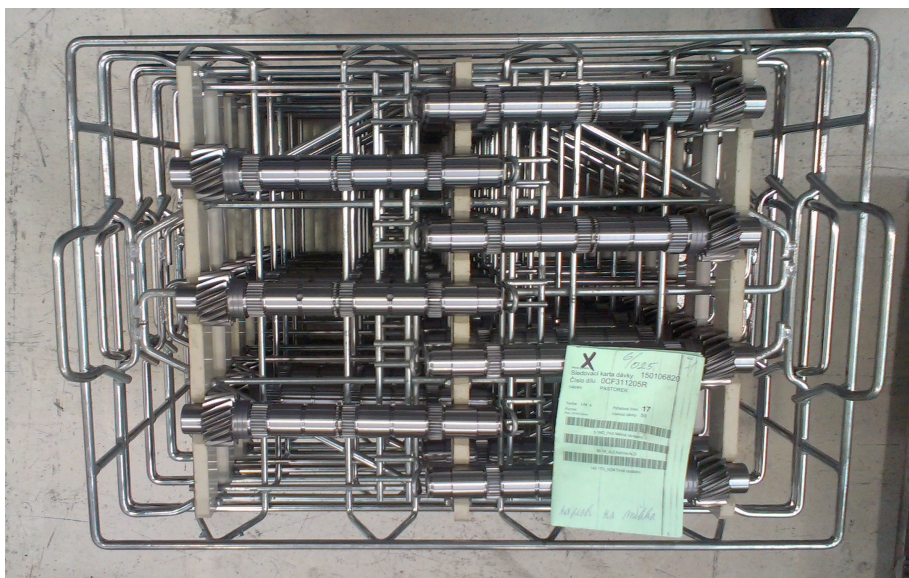
kopletních dílů. Je to z důvodu toho, aby došlo k plnému využití nákladového prostoru, dopravuje automobil také další díly a komplety z okolních montážních linek v hale.

5.2 Návrhy na zlepšení

V příložené mapě hodnotového toku jsou vyznačeny tři červené bubliny, v nichž jsou stručně popsány vyvstalé problémy. Jejich bližší popis a návrhy na řešení se budeme nyní zabývat.

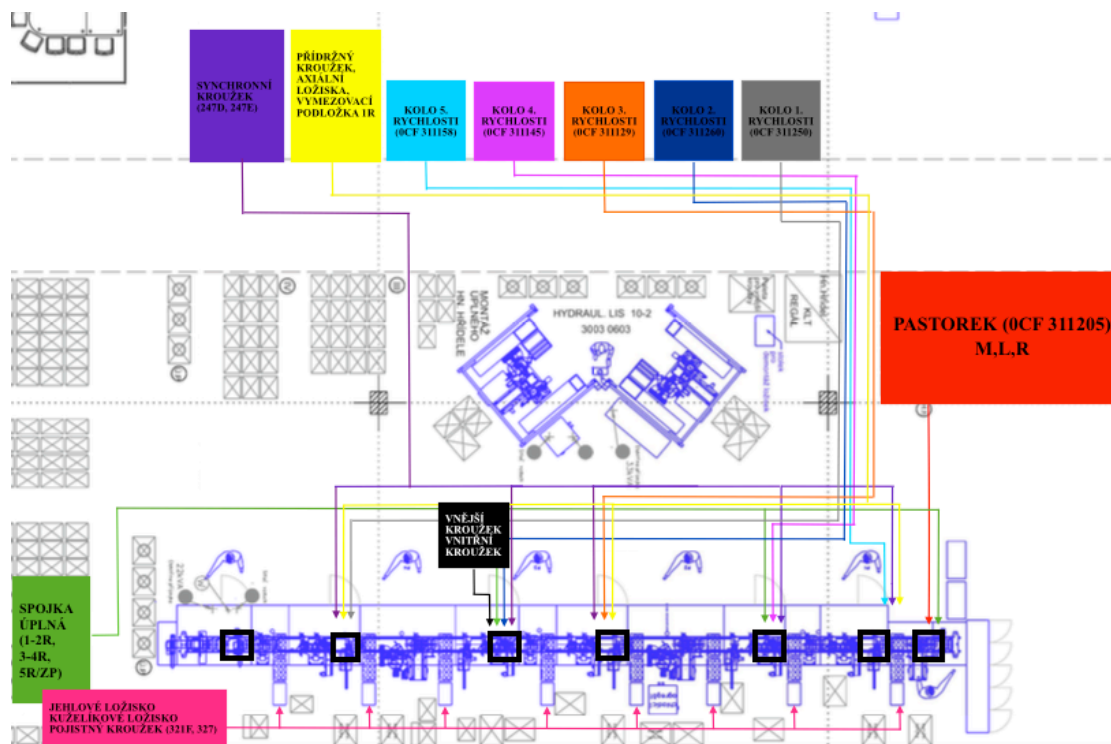
1. Vzdálenost skladovacích prostor pastorku

Největší četnost doplňování má logicky nejdůležitější součást kompletu a tím je pastorek. V jednom koši je 7 kusů a v celém balení je celkem 7 takovýchto košů. Celkem tedy v jedné dávce 49 dílů. Za směnu je třeba toto balení dopravit ke stanici téměř 31krát. Vzdálenost je celých 25m.



Obrázek č. 11: Koš s pastorky (Vlastní)

Vzhledem k výrazné úspoře času, který musí obsluha věnovat doplnění stanice je cílem přesunout skladovací prostory blíže k první pracovní operaci. Například výměnou za prostory určené ke skladování méně frekventovaných komponent jako jsou synchronní kroužky, axiální ložiska, vymezovací podložky a přídržné kroužky.



Obrázek č. 12: Návrh řešení skladovacích prostor (Vlastní)

2. Nadzásoba pastorků typu M a R

V době mapování aktuálního stavu naskladněných zásob byl počet dílů pastorků (především typů M a R) vysoce nad potřebami výrobní linky. Důvodem je chybné plánování týdenního odběru kompletu pastorků těchto typů. Řešení je tedy závislé na vedení logistiky výroby pastorků.

3. Vysoká četnost doplňování kuželíkových ložisek

Jak již bylo uvedeno v tabulce, druhou nejvyšší hodnotu četnosti doplňování mají právě kuželíková ložiska. Potřeba doplnit tuto komponentu je stanovena na téměř 24 násobek za směnu. Důvodem je především konstrukční řešení pásového dopravního podavače, který je umístěn v zadní části stroje. Na jedno doplnění je totiž možné na tento dopravník umístit pouze necelých 20 kusů ložisek. Měnit konstrukční řešení stroje je vysoce nákladné ale v případě zvýšení výrobní kapacity, bude nutné zvážit variantu navýšení počtu logistických pracovníků nebo právě zmíněné konstrukční řešení. Obě varianty by ale musely podstoupit důkladnou analýzu a výpočet investiční návratnosti.

5.3 Budoucí stav

V plánovaném budoucím stavu by na předmontážní lince mělo dojít ke zvýšení počtu vyráběných výrobků. Aktuální výroba 1512 kusů by se měla zvýšit na 1700 kusů za den. Stále však zůstává provoz předmontáže na tři směny po 7,5 hodinách i počet pracovníků a stanic. Nárůst četnosti doplňování jednotlivých stanic je uveden v tabulce.

Díl (označení)	Četnost doplnění ke stanicím za STÁVAJÍCÍHO STAVU	Četnost doplnění ke stanicím v BUDOUCÍM STAVU
Pastorek (0CF 311 205)	30,9	34,7
Kuželíkové ložisko (123D)	23,5	26,4
Kuželíkové ložisko (220)	23,5	26,4
Spojka úplná 1-2 rychlosti	15,8	17,7
Spojka úplná 3-4 rychlosti	15,8	17,7
Spojka úplná 5 rychlosti/zpětný chod	15,8	17,7
Kolo 1. rychlosti úplné (0CF 311 250)	14,4	16,2
Kolo 2. rychlosti úplné (0CF 311 260)	14,4	16,2
Synchronní kroužek (247D)	37,8	42,5
Synchronní kroužek (247E)	37,8	42,5
Kolo 3. rychlosti úplné (0CF 311 129)	12,0	13,5
Kolo 4. rychlosti úplné (0CF 311 145)	31,3	13,5
Kolo 5. rychlosti úplné (0CF 311 158)	12,0	8,7
Jehlové ložisko	7,7	17,0
Axiální ložisko	10,1	11,3
Pojistný kroužek (321F)	9,1	10,2
Pojistný kroužek (327)	9,1	10,2
Kroužek přídržný	6,0	6,8
Vymezovací podložka kola 1. rychlosti	0,6	0,7
Vnější kroužek dvojité synchronizace	3,0	3,4
Vnitřní kroužek	0,3	0,3

Tabulka č. 2: Porovnání četnosti doplňování stanic stávajícího a budoucího stavu. (Vlastní)

V aktuálním modelu využití času na předmontážní lince je ustanoveno, že 92% ze zmíněných 7,5 hodiny je věnováno samotné výrobě a obsluze strojů, zbylých 8% tvoří doplňování zásob, úklid a údržba linky v okolí stanic. Ačkoli je takt linky stanoven na 30s, prakticky je podle výše zmíněného využití času momentálně na výrobu 504 ks potřeba maximálně 49,3 s. Linka tedy není zcela vytížena. Za předpokladu budoucího stavu, (kdy je za směnu potřeba vyrobit zhruba 567 ks) vychází maximální doba na jeden kompletní výrobek na 43,8 s. V tomto ohledu tedy s navýšením počtu vyráběných kusů není problém.

Dále je však nutné zabývat se otázkou zásobování linky. Přesto, že počet naskladněných kusů pastorků je momentálně nad rámec potřeb linky, jsou zde i mnohé další a neméně důležité komponenty. Především se jedná o kola všech rychlostí. Jejich dodavatelem je opět samotná společnost ale výroba kol spadá pod logistický proces jiného oddělení. A tak určit, zda je v silách této výroby přizpůsobit se potřebám předmontáže musí určit příslušní pracovníci.

7 Závěr

Komplet hnacího hřídele je základní součástí převodovky. Vyrábí se na předmontážní lince v hale označované M2. Jako hodnotový tok analýzy této linky byl vybrán pastorek. Byly zmapovány skladové zásoby pastorku, vzdálenost skladovacích prostor od konkrétních stanic a jeho postupná kompletace na jednotlivých stanicích.

Na základě těchto informací byl zpracován Paretův diagram zaměřující se na vzdálenosti skladovacích prostor vzhledem k jejich četnosti doplňování na konkrétní místa výrobní linky. Dále pak byl aktuální stav linky z hlediska hodnotového toku zakreslen do mapy metodou Value stream mapping.

Pomocí tohoto postupu bylo odhaleno několik problémů vyznačených na mapě červenými bublinami. Jedním z nich je vysoký počet skladových zásob pastorků dvou typů. Jako příčina bylo určeno nesprávné týdenní plánování odběru těchto komponent a proto je řešením zlepšení logistiky plánování. Dalším bodem je vysoká četnost doplňování kuželíkových ložisek. Zde je příčinou nevyhovující konstrukce stroje. Tento problém však vyžaduje bližší analýzu, která určí ekonomicky vhodnější variantu řešení. V neposlední řadě bylo také zjištěno, že spolu s vysokou četností doplňování a zároveň velkou vzdáleností skladovacích prostor je zcela nevhodně řešeno umístění zásob pastorků.

Konkrétní návrh změny skladovacích prostor je uveden v kapitole "Návrhy na zlepšení". Tato změna se jeví jako velmi reálná a proto navrhuji zabývat se jí. Podle Paretova diagramu by navíc měla pomoci odstranit větší část příčin plýtvání v podobě zbytečného pohybu zaměstnanců a ušetřit čas logistickým pracovníkům. Tento čas je možné využít například v navrhovaném budoucím stavu.

Tato práce převedla mé teoretické znalosti a poznatky do praxe a reálného života. Přinesla mi především zkušenost s pracovním prostředím firmy a přiměla mě k hlubšímu zamyšlení nad danou problematikou.

8 Seznam použitých zdrojů

Autorská literatura:

ŘEZÁČ, J. (2009). *Moderní management*. Brno: Computer Press, 151 s., ISBN 978-80-251-1959-4.

BRICHTOVÁ, V. (2012). *Štíhlá výroba jako systém řízení*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická, st. 11.

JABLONSKÝ, J. (1996). *Operační výzkum*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 191 s. ISBN 80-7079-031-8.

JANEC, J. (2013). *Návrh eliminace ztrát při výrobě feritových jader*. Brno: Vysoké učení technické, fakulta podnikatelská, s. 28, .

KOŽÍŠEK, J. -S. (2010). *Management jakosti I*. Praha: České vysoké učení technické, 123s., ISBN 978-80-01-04568-8.

KRISTOVÁ, D. (2010). *Zavádění principů štíhlé výroby*. Brno: Masarykova univerzita Ekonomicko-správní fakulta, 21.s.

MAŠÍN, I. (2003). *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství s.r.o., 45 s. ISBN 80-902235-9-1.

MLČOCHOVÁ, P. (2006). *Případová studie zavádění Just In Time*. Brno: Masarykova univerzita Ekonomicko-správní fakulta, 17.s.

PASEKA, J. (2011). *Principy štíhlé výroby a jejich implementace na pracoviště CNC*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 12.s.

TESAŘ, P. (2010). *Analýza procesu reklamace a implementace nástrojů řízení a zvyšování kvality ve vybrané organizaci*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 28.s.

VÁVROVÁ, T. (2007). *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing a.s., .

Elektronické publikace:

LEVAY, R. (1. Leden 2005). *ikvalita.cz portál pro kvalitáře*. Získáno 10. Březen 2015, z ikvalita.cz: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=138>

ZIKMUND, M. (1. Leden 2010). *Případové studie: BusinessVize*. Získáno 24. Březen 2015, z BusinessVize: <http://www.businessvize.cz/řízení-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>

10 Přílohy

Příloha 1: Tabulka počtu dílů, označení a četnosti doplňování

Příloha 2: Aktuální mapa hodnotového toku

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Základní grafická podoba štíhlé výroby	13
Obrázek č. 2: Ikony pro mapování hodnotového toku na podnikové úrovni	19
Obrázek č. 3: Layout předmontáže hnaného hřídele v hale M2	20
Obrázek č. 4: Komplet hnaného hřídele	21
Obrázek č. 5: Schéma montáže jehličkového ložiska a pojistného kroužku operace č. 30J22	
Obrázek č. 6: Schéma montáže operace č. 55J	24
Obrázek č. 7: Paleta VP7101 s komplety hnaných hřídelů do převodovky	25
Obrázek č. 8: Schéma dopravy kompletovaných dílů z výrobní haly M2 do haly M6	26
Obrázek č. 9: Paretův diagram četnosti doplnění a vzdálenosti komponent	29
Obrázek č. 10: Schéma skladovacích prostor a jejich vzdálenosti od jednotlivých stanic na předmontáži	30
Obrázek č. 11: Koš s pastorky	31
Obrázek č. 12: Návrh řešení skladovacích prostor	32

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Četnost doplňování a vzdálenost - Paretova analýza	28
Tabulka č. 2: Porovnání četnosti doplňování stávajícího a budoucího stavu	33

Seznam zkratk

JIT	Just-In-Time
KLT	Plastový přepravní obal
VSM	Value stream mapping
R/ZP	Rychlost/kolo zpětného chodu
R	Rychlost
ZP	Kolo zpětného chodu