

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Optimalizace výrobního procesu metodou VSM

Autor: **Bc. Miroslav DLASK**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Pavel KOPEČEK, CSc.**

Akademický rok 2017/2018

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Popis metody VSM.....	4
3	Firma HUNTER DOUGLAS.....	11
3.1	HUNTER DOUGLAS Europe.....	11
3.2	HUNTER DOUGLAS Kadaň.....	11
3.2.1	Popis Společnosti	11
3.2.2	Výroba v HDK.....	13
4.2	Popis výrobního systému	22
5	Kritéria optimalizace	28
6	Optimalizace procesu.....	29
6.1	Postup prací.....	29
6.2	Rozdělení výrobků do skupin.....	29
6.3	Mapování současného stavu	30
6.3.1	Výpočet vzorku pro měření	30
6.3.2	Mapování jednotlivých operací dle skupiny	30
6.3.2.1	Definice podílu jednotlivých typů dle produktové skupiny	30
6.3.2.2	Měření časů.....	32
6.3.3	Vytvoření mapy současného stavu	34
6.3.3.1	Přehled použitých symbolů	34
6.3.3.2	Mapa hodnotového toku současného stavu	34
6.4	Návrh mapy budoucího stavu	37
6.4.1	Přehled použitých symbol	37
6.4.2	Příprava návrhu VSM budoucího stavu.....	37
6.4.3	Mapa hodnotového toku budoucího stavu.....	45
7	Závěr.....	46
8	Seznam obrázků	47
9	Seznam tabulek.....	48
10	Přílohy	48
11	Použitá a doporučená literatura	48

1 Úvod

Pro práci jsem si vybral téma „Optimalizace výrobního procesu metodou VSM“ na oddělení výroby „Plisovaných rolet“ (dále jen Plisseé) ve společnosti Hunter Douglas Kadaň, kde pracuji na pozici „Procesní inženýr“. Práce je zaměřena na zmapování a následný návrh zlepšení výrobního procesu metodou „Value Stream Mapping“, dále jen metodou „VSM“ (česky „Mapování Hodnotového Toků“). V rámci práce nejprve definuji cíle projektu, teoreticky nastíním postup dle uvedené metody, provedu analýzu současného stavu, popíši návrh budoucího stavu a navrhovaných změn.

Ve své práci budu čerpat hlavně z velmi prakticky založeného školení, které jsem absolvoval na přelomu roku 2011 a 2012 v Holandsku (Green Belt in Lean Manufacturing). Školení bylo zakončeno zkouškou z teorie (principy „štlíhlé výroby“) a vypracováním praktického projektu, jehož cílem bylo zavedení těchto principů v praxi s minimální úsporou 25 000 Euro/rok. Projekt jsem v listopadu roku 2012 obhájil před lektorem a Holandským vedením společnosti. Tato teorie je také popsána v knize „Creating Mixed Model Value Streams, Kevin J. Dungan, 2012“.

2 Popis metody VSM

Pod pojmem „Value Stream (Pohyb hodnoty)“ bychom si měli představit všechny aktivity (s přidanou i bez přidané hodnoty), které jsou v současné době potřeba (požadovány) k přeměně vstupního materiálu na konečný produkt, včetně dodání k zákazníkovi.

Metoda „Value Stream Mapping“ (v překladu „mapování hodnoty toku“), dále jen VSM, umožňuje komplexní pohled na celý, nejen výrobní, systém. Velmi jednoduše a přehledně ukazuje „lead time“, zdroje a hodnotu plýtvání a celý výrobní, materiálový a informační tok (plynulost). Dále sjednocuje výrazy (terminologii) používané v této oblasti tak, že jim může rozumět a vnímat každý, kdo se touto problematikou zabývá, aniž by byl odborníkem na danou výrobu či službu. Odkrývá možnosti k systémovému zlepšení. Mapování musí zachycovat skutečné dění v procesu. Zdrojem dat musí být sledování procesu přímo na místě. Při mapování je zároveň velmi důležité sbírat informace přímo od účastníků sledovaného procesu, aby bylo možné zachytit také nestandardní jevy.

Mapování se provádí ve 4 základních krocích:

1. Rozdělení výrobků do skupin:

Na některých výrobních linkách, zejména v zakázkových výrobcích, se vyrábí široká škála rozdílných výrobků. Tyto výrobky se liší výrobním postupem, časovou a technickou (konstrukční) náročností či výrobním tokem. Kdybychom měli mapovat výrobní proces pro všechny typy výrobků jednotlivě, pravděpodobně bychom tím strávili velmi mnoho času. Pro zjednodušení a zefektivnění analýzy je proto vhodné rozdělení výrobků do skupin (tzv. „Family“) dle podobnosti výrobního procesu.

Výrobky se rozdělí do skupin podle podobnosti výrobního procesu použitím tabulky (viz tabulka 1). Tato tabulka se skládá z jednotlivých výrobních procesů ve sloupcích a jednotlivých typů výrobků v řádcích. Pro jednotlivé typy výrobků se křížkem označí výrobní procesy, které jsou na tomto výrobku prováděny. Poté se tabulka utřídí tak, aby byla co nejpřehlednější (typy výrobků, které jsou si nejvíce podobné, by měli být v tabulce pod sebou). Díky přehlednosti tabulky pak máme snazší práci při rozdělení výrobků do skupin. V tabulce níže se skupina 1 skládá z výrobků typu **A** a typu **C**. Skupina 2 se pak skládá z výrobků typu **B** a typu **D** (tyto nemají úplně totožný proces výroby, ale velmi podobný).

		Výrobní kroky (procesy)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Typ výrobku	A	X		X	X		X
	C	X		X	X		X
	D	X	X		X	X	
	B		X		X	X	

Tabulka 1: Příklad rozdělení výrobků do skupin

Pro účely takového rozdělení lze použít metodu zvanou „Value Stream Matrix“, pomocí které lze rozdělit veliké množství rozdílných typů výrobků o velkém množství pracovních operací.

Pro zjednodušení mapování se následná analýza provádí pouze pro skupiny s významným podílem produkce. Pro vizualizaci podílu jednotlivých skupin je vhodné použít „Paretův diagram“. Zpravidla bývá 80% produkce pokryto 20% typů výrobků.

2. Mapování stávajícího stavu:

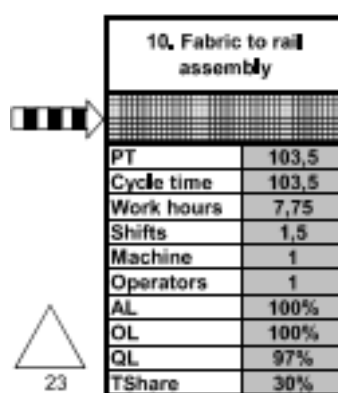
V dalším kroku se provádí samotné mapování procesu pro vybrané skupiny s významným podílem na produkci a to pro každou skupinu zvlášť. V této fázi se provádí měření procesních časů, analýza výrobního toku, analýza materiálového a informačního toku. Všechny zjištěné informace se zanášejí do diagramu, který je k tomu určený (viz příklad v příloze č. 1 „Mapa současného stavu - příklad“).

Mapování současného stavu výrobního toku nemusí být dokonale přesné. Pro účely mapování stačí 70% přesnost. Velmi důležité je, aby byl zachycen (zmapován) skutečný stav (to, co vidíme), nikoliv ideální stav (to, co by mělo být). Například pokud měříme délku procesu svařování a operátor přestane svařovat a začne hledat svařovací drát, pokračujeme v měření. Přestože nám může tvrdit, že tento stav nastane jednou za měsíc (toto jsme viděli, proto je to součástí měření). Podobných odchylek totiž může být více a mohou se ve skutečnosti vyskytovat mnohem častěji, než se zainteresovaní domnívají nebo tvrdí. Při měření se sleduje tok jednoho kusu výrobku od začátku do konce. Pro každou výrobní operaci je nutné naměřit více časů (aby byla eliminována chyba měření a zachycen co nejreálnější stav). Mapuje se jak výrobní proces, tak tok informací (například odkud získává operátor informaci o tom, co má v daný čas dělat, jaký výrobek má vyrábět jako následující). Zaznamenává se také aktuální stav mezioperačních skladů. Je nutné zaznamenat stav všech meziskladů v jeden čas (nikoliv půlku dnes a půlku zítra a podobně). V opačném případě nebude celkové množství rozpracované výroby a zásob odpovídající (například můžeme dojít k závěru, že nemáme rozpracováno „skoro nic“ nebo naopak velmi mnoho, přestože opak může být realitou).

Mapa obsahuje následující informace:

- Směnnost:
 - Délka směny, počet směn
 - Počet pracovních dní v roce
 - Výrobní čas za směnu
- Požadovanou výrobní kapacitu:
 - Počet kusů za směnu
 - Takt linky (požadovaný čas na výrobek pro splnění kritérií)
- Data o pracovních operacích:
 - Název pracovní operace
 - PT = výrobní čas („Production time“):
Jde o čas na výrobu produktu na sledované pracovní operaci.
 - CT = čas výrobního cyklu („Cycle time“):
Jde o průměrný čas na výrobu výrobku, který zohledňuje množství pracovišť na sledované pracovní operaci. Pokud se například určitá operace vykonává paralelně na 2 pracovištích, vyrobíme za jeden výrobní čas 2 výrobky (na každém pracovišti jeden). Potom $CT = PT / 2$.
 - Pracovní čas („Work hours“):
Jde o čistý pracovní čas v rámci jedné směny.
 - Směny („Shifts“):
Znázorňuje počet směn v pracovním dni.
 - Pracoviště („Machines“):
Udává počet pracovišť dané pracovní operace.
 - Pracovníků („Operators“):
Udává počet pracovníků na pracovní operaci.

- AL = dostupný pracovní čas („Available time“):
Udává podíl použitelného výrobního času, po odečtení časů na standardní odstávky (údržba, zdravotní přestávky,...), na čistém výrobním času.
- OL = úroveň výstupu („Output level“):
Udává výrobní efektivitu procesu (zohledňuje omezení výstupu například z hlediska opotřebení zařízení)
- QL = úroveň kvality („Quality level“):
Udává podíl jakostních výrobků na celkovém výstupu (= 100% – Podíl zmetků).
- Tshare = podíl sledované skupiny výrobků na pracovním času dané pracovní operace
- Úroveň mezioperačních zásob:
Udává počet výrobků čekajících před sledovanou výrobní operací.



10. Fabric to rail assembly	
PT	103,5
Cycle time	103,5
Work hours	7,75
Shifts	1,5
Machine	1
Operators	1
AL	100%
OL	100%
QL	97%
TShare	30%

Obr. 1: Příklad zobrazení dat o pracovních operacích

- Znázornění informačního toku:
 - Znázornění toku informací od / k zákazníkům
 - Znázornění toku informací uvnitř společnosti
 - Znázornění toku informací od / k dodavatelům
- Znázornění materiálového toku:
 - Znázornění toku výrobků k zákazníkům
 - Znázornění toku materiálu uvnitř společnosti
 - Znázornění toku materiálu od dodavatelů
- Znázornění výsledného výrobního času a „lead time“

1,8	Processing Lead Time (days)
0,4	Process time (hours)

Obr. 2: Znázornění výsledného výrobního času a „lead time“

3. Návrh „budoucího“ stavu:

V tomto kroku se tvoří návrh řešení výrobního, informačního a materiálového toku pro dosažení stanovených kritérií. Provádí se přezkoumání mapy současného stavu a pomocí 8 kroků (8 zásad implementace „štíhlé výroby“), které jsou popsány níže, se hledají oblasti, kde je nutné zlepšení. Pro tyto oblasti se zaměřujeme na nalezení řešení pro zlepšení (Kde potřebujeme zlepšení? Co je potřeba zlepšit? Jak zlepšit?). Na základě výsledků šetření se postupně sestavuje VSM pro budoucí stav, která bude obsahovat schéma budoucího stavu výrobního toku a návrhy řešení, jak se k tomuto stavu dostat (případně oblasti, na které je nutné se zaměřit, pokud je řešení složitějšího charakteru).

Mapa budoucího stavu procesu jasně a přehledně ukazuje, jak by měl výrobní proces vypadat a jaké změny je nutné realizovat (viz příklad v příloze č. 2 „Mapa budoucího stavu - příklad“)

8 zásad implementace štíhlé výroby:

1. Takt time:

Výraz „Takt time“ vyjadřuje podíl časového fondu pro výrobu za zvolenou periodu na poptávaném množství výrobků za tuto periodu. Znamená to, že vyjadřuje časový interval, za který musí z výrobní linky vypadnout jeden kus hotového výrobku tak, abychom byli schopni pokrýt zákaznickou poptávku. Například vezměme v úvahu, že dle poptávky zákazníků po našich výrobcích, musíme vyrobit denně 150 výrobků (je možné, že tato poptávka je různá v různých obdobích (sezónách), ale tento problém pro tuto chvíli abstrahujeme) a máme daný časový fond jedné směny o délce 7,5 hodin (čistý pracovní čas). Pak „Takt time“ je roven podílu 450 minut na těchto 150 výrobcích. Výsledný „Takt time“ je 3 minuty na jeden výrobek. Z tohoto výpočtu vyplývá, že v průměru by měl z výrobní linky vypadnout každou třetí minutu jeden kus hotového výrobku.

2. Strategie pro konečné výrobky:

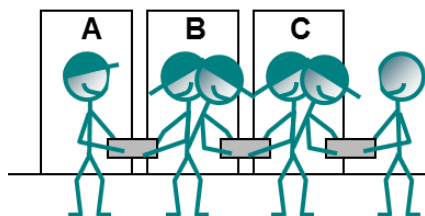
Existují dvě strategie, které jsou slučitelné se zásadami štíhlé výroby. První z nich (a zároveň preferovanější – pokud to jde) je strategie výroby na objednávku. Zákazník si objedná přesný výrobek, který je většinou kombinací možných variant. Tento způsob se jeví jako velice výhodný z hlediska velikosti zásob a možnosti přizpůsobení výsledného produktu přesně na míru pro daného zákazníka. V případě, že klesne poptávka po daném produktu (nebo dokonce není o daný produkt již zájem vůbec), nemá to vliv na rozpracovanost výroby a stav zásob hotových výrobků (sklad hotových výrobků), protože každý vyrobený kus má již od začátku svého zákazníka.

Druhou strategií zaměřenou na konečné výrobky a jejich dodávání je strategie skladů (zásob) s hotovými výrobky (tzv. supermarket), které čekají na svého zákazníka. Při této volbě je zboží vyráběno na sklad, kdy je určena přesná kapacita pro daný typ výrobku. Tyto výrobky nemají předem svého zákazníka (nevyrábí se na zakázku, ale do zásoby). Jakmile zákazník odebere daný typ výrobku, je toto zároveň signálem pro výrobu daného výrobku v odebraném množství. Například pokud máme výrobu balónů a zákazník si objedná sedm fotbalových míčů, dostane je ihned, protože jsou na skladě a pro výrobu je to impuls pro výrobu sedmi fotbalových míčů. Výhodou této strategie je velmi krátký „Lead time“ (termín dodání), protože nabízené produkty jsou v určitém množství na skladě. Nevýhodou jsou zvýšené zásoby finálních výrobků, což nám blokuje kapitál. Pokud navíc klesne poptávka po určitých výrobcích (či úplně pomine), máme na skladě určité množství výrobků, které s největší pravděpodobností již nikdy neprodáme. Tato varianta je navíc nepoužitelná při zakázkové výrobě, kde se výrobky liší požadavky zákazníka a jsou do jisté míry originální (barva, rozměry, funkčnost,...). Tuto strategii je vhodné využít u sériové výroby, kdy nejsme schopni snížit „Lead time“ na takovou úroveň, se kterou jsme schopni uspokojit konečného zákazníka (nelze snížit čas na výrobu, dopravu,...). Například pokud si chce zákazník koupit jogurt, nejspíš nebude

čekat měsíc, než ho dostane. Výrobní cyklus jogurtu totiž trvá nějaký čas, stejně jako jeho následná přeprava k zákazníkovi.

3. Průběžný tok (tok jednoho výrobku po druhém – „One piece flow“):

Tento krok se týká zajištění toku výrobku výrobním procesem a hlavně mezioperačních zásob. Je to ideální stav, který je cílem všech lidí (manažerů, procesních inženýrů, team leaderů, ...), kteří se snaží aplikovat zásady štíhlé výroby do své praxe. Jedná se o způsob výroby, při kterém pracuje operátor na jednom kusu výrobku a maximální zásoba před jeho pracovištěm a za jeho pracovištěm je jeden kus výrobku. Jakmile je výrobek opracován na jedné výrobní operaci, přechází na následnou, kde je okamžitě zpracováván. Nejsou zde povoleny žádné mezioperační zásoby. Pokud nastane problém s odsunem výrobků, zastaví se celá výrobní linka. V praxi toto můžeme vidět v sériových výrobcích (hlavně v automobilovém průmyslu). Pro zavedení tohoto způsobu výroby je nutné mít velmi dobře vyvážený výrobní tok a časovou náročnost jednotlivých procesů. K tomuto cíli proto vede velmi dlouhá cesta a není vhodné s tím začínat za každou cenu. Při nevyváženém výrobním toku bychom riskovali velké omezení výroby, což by asi naši zákazníci nevívali zrovna s obdivem (ba naopak). A jak jsme si řekli na začátku, zákazníci jsou to nejdůležitější, o co nám jde.



Obr. 3: Znárodnění principu průběžného toku

4. FIFO (First In First Out):

Další variantou řízení (organizace) výrobního toku a meziskladových zásob je systém „FIFO“ (z anglické zkratky pro výraz „První dovnitř, první ven“. Znamená to, že první kus výrobku, který dáme do skladu (mezioperačního skladu), musíme také jako první odebrat. Pro každý mezisklad, který se řídí tímto pravidlem, musí být definována maximální zásoba, která nesmí být překročena. Pokud dosáhneme stavu, kdy je mezisklad na úrovni maxima, znamená to, že do něj nesmíme dále dodávat. Jinými slovy to znamená, že pracovní operace, jejíž výstup dodává materiál do tohoto meziskladu, musí být zastavena. V tomto případě pak operátor pomůže na následné operaci, aby se uvolnilo místo v meziskladu, nebo mu je přidělena jiná práce (údržba zařízení, ...). Pokud s touto variantou řízení výrobního toku začínáme, je vhodné maximální kapacitu meziskladů mírně předimenzovat a poté ji postupem času snižovat. Při snižování mezioperačních zásob se obvykle objevují potíže, které „brání“ možnosti ideálního toku materiálu výrobním procesem. Tyto problémy je potřeba řešit (odstraňovat jejich příčinu) tak, abychom jim pro příště předešli. Toto nám umožňuje postupně snižovat mezioperační zásoby bez velkého rizika ohrožení výrobního procesu. Ideálním stavem při variantě „FIFO“ je maximální mezioperační zásoba maximálně jeden kus (což je varianta „One piece flow“). Toto může, ale nemusí být za každou cenu cílem (jak jsme si řekli již výše).

5. Supermarket (Kanban):

Tento způsob řízení výrobního toku je velmi podobný variantě výroby hotových výrobků na sklad, kterou jsme si uváděli v bodě 2, této kapitoly (strategie pro konečné výrobky). V tomto případě je však zákazníkem následující operace. Tento princip funguje tak, že máme danou kapacitu skladů a mezioperačních skladů. Pokud následná operace z tohoto meziskladu odebere určité množství výrobků, je to signálem pro výrobu tohoto množství daného výrobku na operaci přecházející (nebo objednávání v případě, že se

jedná o vstupní/surový materiál). Signálem je odebrání materiálu a odeslání požadavku na základě tzv. „Kanban“ karty, na které je uveden typ výrobku a jednotkové množství (např. 1 ks). Kolik karet operátor na předcházející operaci obdrží, tolikrát vyrobí jednotkové množství daného výrobku (dle karty). Karta se pak spolu s vyrobeným kusem vrací zpět do daného mezioperačního skladu.

6. Plánování v jednom místě:

Plánování v jednom místě je myšleno plánování výroby pro jednu jedinou výrobní operaci. Následné výrobní operace v daném výrobním procesu jsou řízeny buď systémem „FIFO“ , „One piece flow“ nebo „supermarketem“ v případě, že se výrobní operace (proces) nachází před výrobní operací, pro kterou vytváříme plán. Supermarket tedy musí být vždy před procesem, který plánujeme, protože odběr ze supermarketu je signálem pro doplnění odebraného výrobku (tedy pro jeho výrobu). Výhodou plánování do jednoho místa je, že je přehledné a „jednoduché“ a všichni vždy vědí, co mají dělat. Avšak proto, aby byl funkční efekt plánování do jednoho místa, je nutné mít již zvládnutou organizaci výrobního toku (viz FIFO, One Piece Flow, Supermarket).

7. Interval:

Intervalem je zde myšlen časový úsek, ve kterém jsme stabilně schopni vyrobit určité množství všech základních typů výrobků. Tuto kalkulaci je vhodné využívat zejména pokud máme více typů výrobků a máme někde v procesu výrobní operaci, u které je nutná časově náročnější přestavba (přenastavení stroje pro možnost výroby jiného typu výrobku). Pokud nás čas nutný pro přestavbu limituje při výrobě, je to impulz k tomu, abychom se zabývali zohledněním času při plánování. Potom nám kalkulovaný interval dává informaci, jak často se dostaneme k výrobě všech základních typů výrobků. Toto pak může být užitečná informace pro plánování a schvalování termínů zakázek.

Plánovací tabule je vždy rozdělena po intervalech (viz tabulka 4 „Příklad plánovací tabule“). V případě našeho procesu je interval dvě hodiny. Pro každé dvě hodiny máme naplánováno, co přesně se bude na plánované operaci vyrábět. Zakázky na tyto výrobky jsou umístěny do označených přihrádek dle časového intervalu. Na začátku každé směny (v 6.00 h) si přijde operátor z dané přihrádky vyzvednout zakázky na výrobky, které má v příštím intervalu vyrobit. Jakmile vše vyrobí (i přesto, že tuto dávku dokončí v jiný čas, než v konečný čas stanoveného intervalu), přijde si pro zakázky na následující interval. Pokud přijde dříve, znamená to, že je napřed a to je signálem pro team leadera, že vše běží jak má (nebo dokonce lépe). Pokud přijde později, znamená to, že něco není v pořádku a pro team leadera je to signál, že musí hledat příčinu zpoždění a řešit ji. Tento systém plánování umožňuje reagovat na zpomalení nebo zastavení výrobního procesu včas, aniž by to vyžadovalo neustálou přítomnost team leadera ve výrobním procesu. Pro odhalení zpoždění stačí, když si team leader ohlídá na začátku intervalu stav přihrádek s naplánovanými zakázkami.

Oddělení:	Plisseé					
	Interval	Cord Lock (ks)	Tensioned (ks)	CHR (ks)	EOS s motorem (ks)	RW + Specials (ks)
	6.00 - 7.00	10	5	5	0	4
	7.00 - 8.00	10	10	8	0	0
	8.00 - 9.00	5	10	12	0	0
	9.00 - 10.00	10	5	5	5	0
	10.30 - 11.00	5	5	5	0	0
	11.00 - 12.00	10	10	6	0	0
	12.00 - 13.00	10	10	6	0	0
	13.00 - 14.15	10	5	13	5	0
Ranní směna celkem:		70	60	60	10	4

Obr. 4: Příklad plánovací tabule

8. Kontrolní místo:

Kontrolním místem zde myslíme operaci, na které kontrolujeme, zda běží výroba dle plánu. V našem případě je to operace, kterou plánujeme podle plánovací (viz bod 7). Toto místo je pro nás výhodné, protože zde máme informaci, zda se v danou chvíli

pracuje na zakázkách, které byly pro daný interval naplánovány. Pokud ano, bude příhrádka se zakázkami pro daný časový interval prázdná. Pokud je výroba opožděná, bude v příhradce pro současný časový interval pracovní dokumentace k zakázkám, na kterých by se mělo v tomto čase pracovat (tak, jak jsme si vysvětlovali již výše).

4. Akční plán:

V tomto kroku se podle VSM pro budoucí stav tvoří plán akcí pro dosažení navrhovaného budoucího stavu. Tento plán by měl být na období cca 6 až 9 měsíců. Jde o seznam akcí, za účelem dosažení plánovaného budoucího stavu. Tento akční (implementační) plán by měl obsahovat souhrn veškerých činností, které se plánují na oddělení realizovat (včetně milníků, termínů dokončení, odpovědností, stavu plnění,...). V průběhu implementace by měl být pravidelně aktualizován.

3 Firma HUNTER DOUGLAS

3.1 HUNTER DOUGLAS Europe

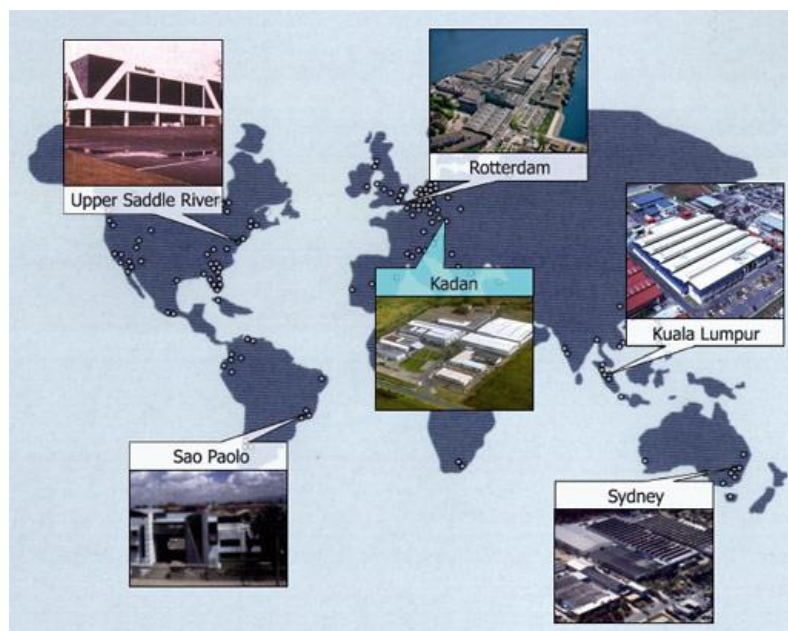
V této kapitole se budeme zabývat poněkud novodobější historií firmy. HUNTER DOUGLAS Europe je původem holandská firma se sídlem v Rotterdamu.

Po změně politických poměrů počátkem roku 1992 v Neukirchenu u Chemnitz na území firmy Solan GmbH, v jedné výrobní hale a na malé ploše zahájil podnik HUNTER DOUGLAS Produktionsgesellschaft GmbH svou výrobní činnost.

První jednatel, Hans Böhm, začínal s 58 výrobními a 17 technickými zaměstnanci vyrábět dekorativní a funkcionální výrobky pod tržní značkou "Luxaflex" známou po celém světě.

Vyráběly se rozměrově přesné produkty z rozsáhlého programu vybavení oken, v 50 různých barevných odstínech, podle speciálních přání konečného zákazníka. Zakázky byly přijímány jako dnes a to od konečného zákazníka přes specializovaný obchod a od velkoobchodníků. První velkoobchodníci, nabyvatelé licence firmy HUNTER DOUGLAS EUROPE, prodávali produkty Luxaflex na německém trhu. V letech 1993 - 1995 vyráběla firma HDP (zkratka HUNTER DOUGLAS Produktionsgesellschaft)stínící techniku pro stále více zákazníků. Cílové destinace produktů firmy HUNTER DOUGLAS byly Holandsko, Rakousko, Švýcarsko, Skandinávské země, Francie a Česko.

Produkty řady Luxaflex patřily mezi cenově náročnější, tak firma HDP doplnila produktovou řadu o výrobky Sunway, které byly podstatně levnější a otevřeli se i další trhy. V roce 1995 byla v době během působení jednatelů Heinera Sandera a Franz-Petera Dobbelsteina vyhledána a vybudována výrobní v České republice, v Tušimicích. Tím byla založena společnost Hunter Douglas Kadaň s.r.o..



Obr. 5: Mapa světa s pobočkami HUNTER DOUGLAS

3.2 HUNTER DOUGLAS Kadaň

3.2.1 Popis Společnosti

Firma HUNTER DOUGLAS Kadaň se nachází v Tušimicích v blízkosti elektrárny Tušimice 2. V současné době společnost zaměstnává okolo 500 zaměstnanců.

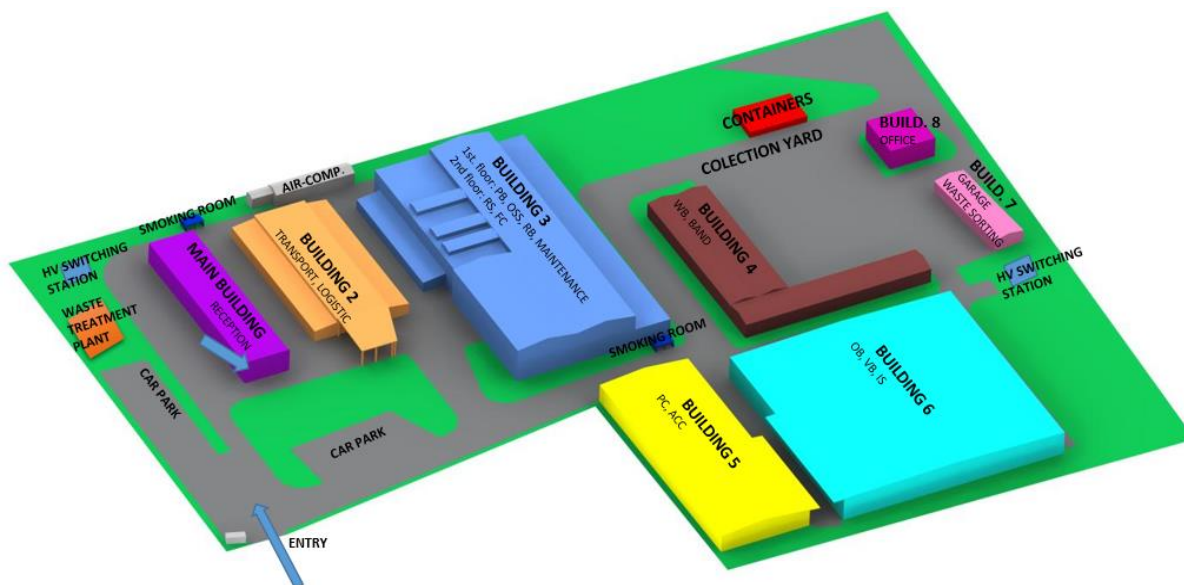
Výrobní závod v Kadani sčítá tři výrobní haly, ve kterých je umístěno více výrobních oddělení.

Halu s práškovou lakovnou, pro lakování profilů do speciálních odstínů dle přání zákazníka, tato lakovna je využívána pouze pro potřeby společnosti HD Kadaň.

Dále halu logistiky, ve které je zároveň oddělení příjmu materiálu, administrativní budovy a sběrný dvůr
Firma je účastníkem projektu Zelená firma.

HISTORIE:

- 1919 Henry Sonnenberg zakládá společnost HUNTER DOUGLAS
- 1932 zahájení výroby v Holandsku
- 1940 expandování výroby do Ameriky
- 1946 založení společného podniku s Joe Hunterem, který vyvíjí technologii a vybavení pro výrobu hliníkových komponentů
- 1960 - HUNTER DOUGLAS expanduje po celém světě, buduje své pobočky v Evropě, Austrálii, Americe.
- 1971 vedení společnosti přemístěno do Rotterdamu v Holandsku, kde setrvává do současné doby.
- 1995 Byla založena pobočka HUNTER DOUGLAS Kadaň.



Obr. 6: Layout firmy HD Kadaň

Legenda:

Main Building	Recepce, administrativní budova
Building 2	Expedice, Reparatury
Building 3	PB – Plisovaná výroba RS – Římské rolety RB – Rolety OSS – Venkovní rolety FC – Facette Údržba
Building 4	WB – Dřevěné žaluzie BAND – Domky
Building 5	PC – Prášková lakovna
Building 6	ACC – Příslušenství OSB – Venkovní žaluzie IS – Síť proti hmyzu VB – Horizontální žaluzie
Building 7	Garáže, Zpracování odpadů
Building 8	Oddělení kvality, IT oddělení
Collection yard	Sběrný dvůr
Air comp.	Kompresorová stanice
Smoking room	Kuřárna
Containers	Skladovací kontejnery

3.2.2 Výroba v HDK

Výroba vnitřních a venkovních rolet:



Obr. 7: Ukázka rolety

Výroba vnitřních a venkovních žaluzií:



Obr. 8: Ukázka venkovní a vnitřní žaluzie

Výroba dřevěných žaluzií:



Obr. 9: Ukázka dřevěných žaluzií

Výroba římských rolet:



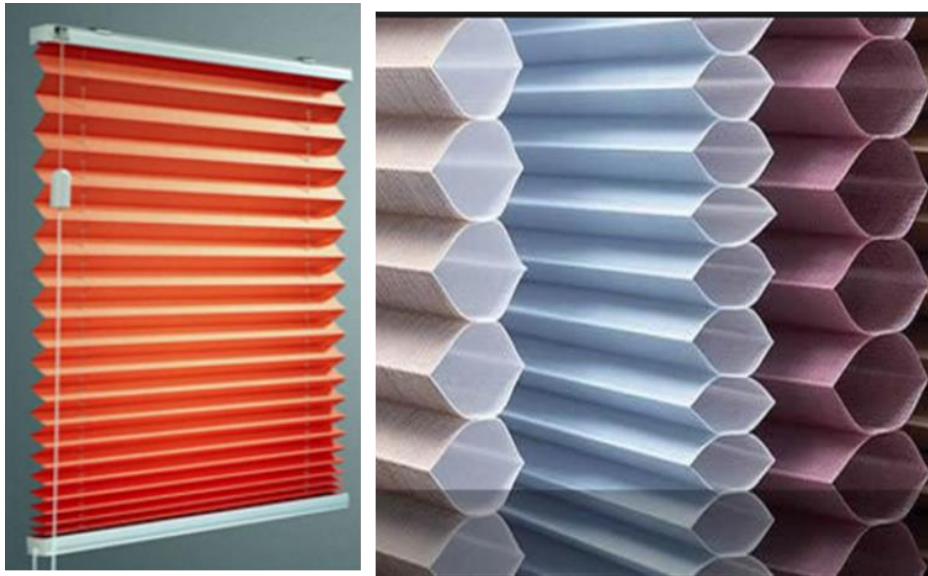
Obr. 10: Ukázka římských rolet

Výroba sítí proti hmyzu:



Obr. 11: Ukázka sítí proti hmyzu

Výroba plisovaných rolet (Plisseé / Duette):



Obr. 12: Ukázka plisované rolety a duetových látek

4 Výroba Plisovaných rolet

Na oddělení výroby Plisseé/Duette se v HDK vyrábí široká škála výrobků, které se liší svou náročností a výrobním postupem. V roce 2016 zde bylo vyrobeno 70 709 kusů. Díky kreativním pracovníkům, kteří mají zájem o zlepšování svého oddělení, je zde však velký předpoklad úspěchu. V současné době máme na oddělení nižší úroveň výroby (nižší sezóna). Proto si oddělení prošlo vlnou propouštění. Cílem našeho snažení bude, abychom do budoucna byli schopni kapacitně zvládnout vyšší vstup zakázek bez nutnosti nabírat a trénovat novou pracovní sílu. Pokud se nám podaří vytvořit flexibilní a stabilní výrobní linku, budeme schopni zvládnout zvýšené kapacitní nároky bez nutnosti nábory nových lidí. K tomu nám pomůže také systém práce s fondem odpracovaných hodin, který je v HDK zaveden. V případě, že je nízký vstup zakázek, čerpají zaměstnanci „fond volných pracovních hodin“. Jakmile se zvýší množství zakázek na standardní množství, je využíván běžný pracovní fond. Při vyšším vstupu zakázek, než jaký je při standardní sezoně, pracují zaměstnanci přes čas. Tyto napracované hodiny pak doplňují (vykrývají) zmíněný „fond volných pracovních hodin“.

4.1 Popis produktu

Všechny „Plisované“ a „Duetové“ rolety jsou kombinací různých modelů dle využitého hardware, typů látek, tvarů rolet, typů ovládání a aplikace. Všechny modely jsou dostupné v mnoha tvarech s různým typem ovládání.

Rozdělení dle typu:

V závislosti na typu a aplikaci mohou rolety být fixované na jednom konci (nahore nebo dole) a pohyblivé na opačném konci nebo mohou být oba konce polohovatelné.



Obr. 13: Typy plisovaných rolet

Rozdělení dle ovládání:

- Ovládání šňůrou
- Ruční ovládání – tahem za držák, který je instalovaný přímo na roletě (na profilu)
- Ovládání motorem

Rozdělení dle hardware:

- **EOS 20:**

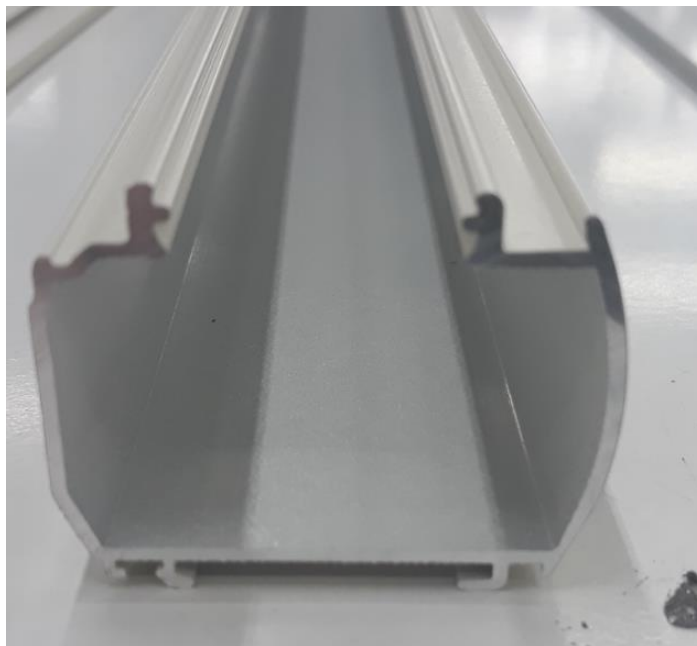
Tento hardware může být použitý se všemi typy látek mimo „Duetů“ o šířce 64 mm



Obr. 14: Základní profil EOS20

- **CHR 25/32:**

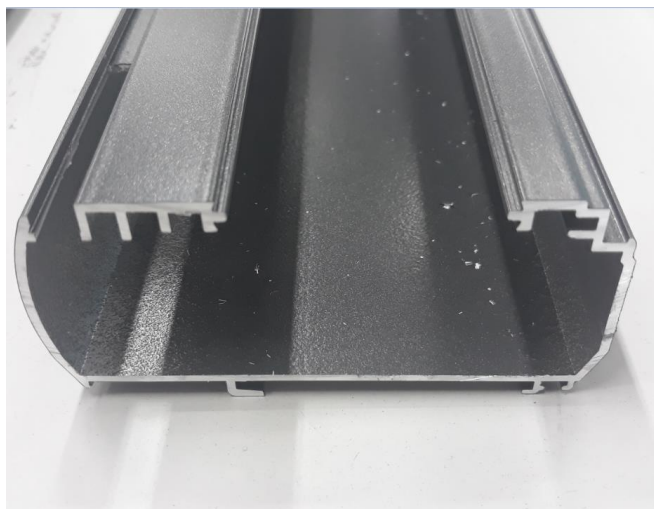
Tento hardware může být použitý se všemi typy látek mimo „Duetů“ o šířce 64 mm



Obr. 15: Základní profil CHR25/32

- **CHR 64:**

Použitelný pouze v kombinaci s „Duety“ o šířce 64 mm

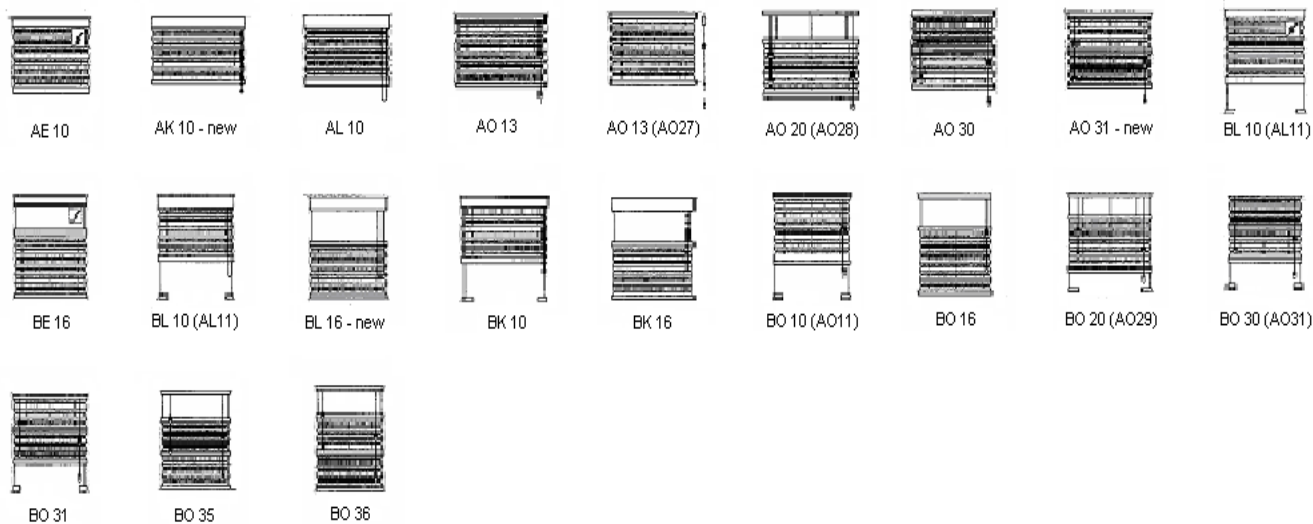


Obr. 16: Základní profil CHR64

Rozdělení dle modelu:

- **Cord Lock:**

Jde o rolety, které jsou ovládané šňůrou v kombinaci s EOS20 hardware a standardním obdélníkovým tvarem (. Jsou dostupné ve všech typech (fixace shora, zdola, oba konce polohovatelné).



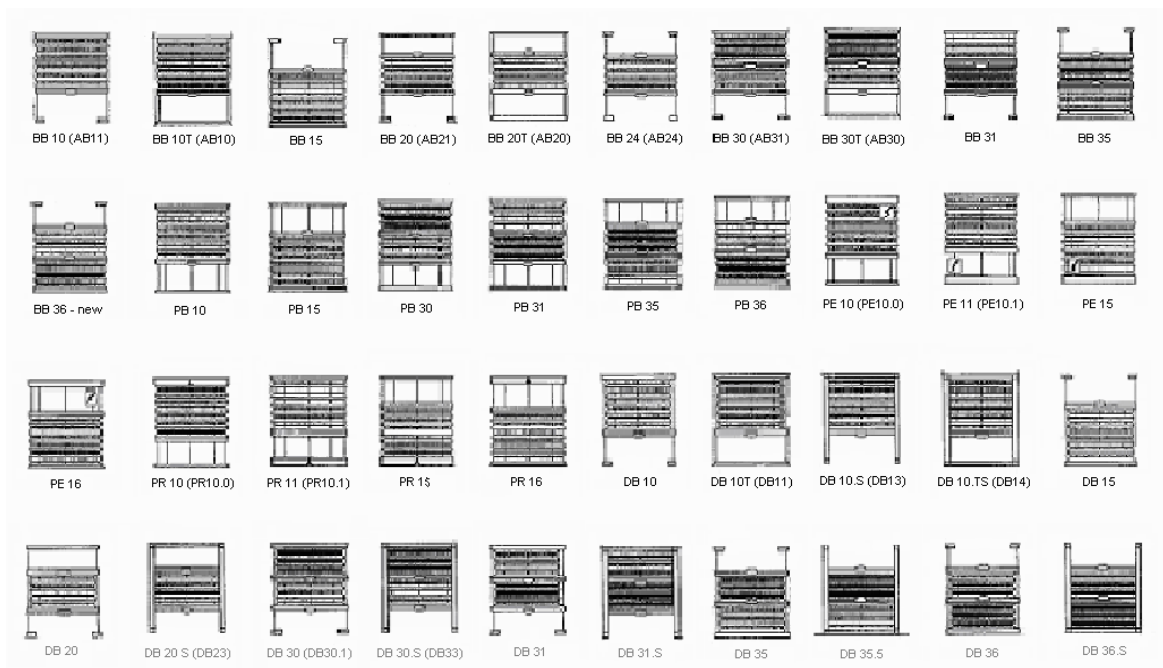
Obr. 17: Modely Cord Lock

- **Bedingriff (= Tensioned):**

Rolety s ručním ovládáním v kombinaci s EOS20 hardware a standardním obdélníkovým tvarem. Jsou dostupné ve všech typech (fixace shora, zdola, oba konce polohovatelné).

- **EOS s motorem:**

Rolety ovládané motorem v kombinaci s EOS20 hardware a standardním obdélníkovým tvarem. Jsou dostupné ve všech typech (fixace shora, zdola, oba konce polohovatelné).



Obr. 18: Modely Bedingriff (= Tensioned)

- **CHR (Common Head Rail):**

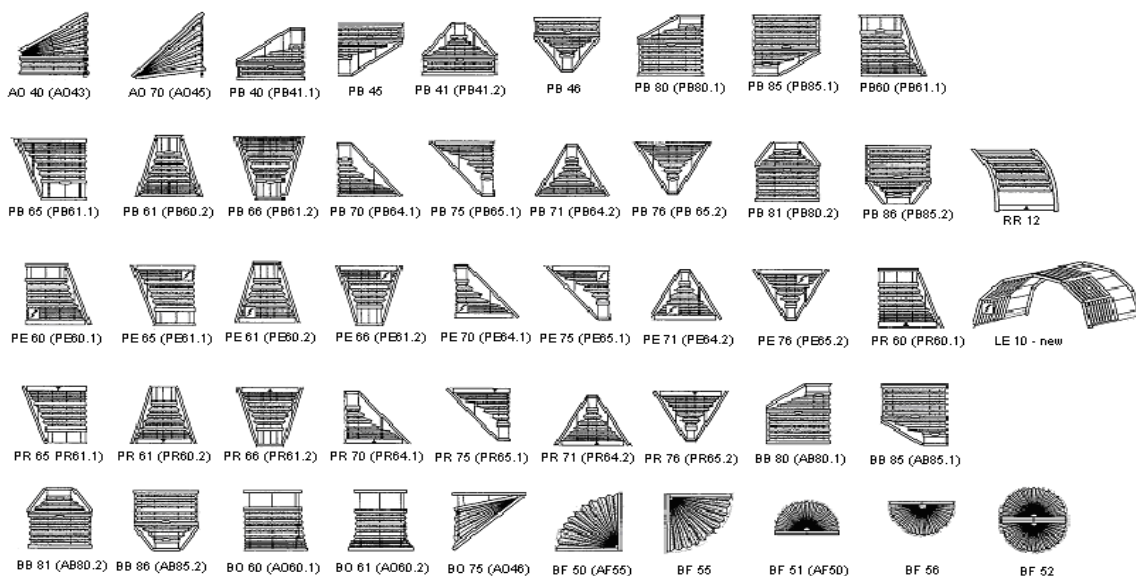
Rolety v provedení s ovládáním motorem nebo šňůrou a mají standardní obdélníkový tvar. Lze kombinovat s CHR25/32 či CHR64 hardware. Jsou dostupné pouze pro ty s fixací shora.

- **Speciální modely:**

Rolety s ručním ovládáním nebo ovládáním šňůrou v kombinaci s EOS20 hardware, s jiným než obdélníkovým tvarem. Jsou dostupné ve všech typech (fixace shora, zdola, oba konce polohovatelné).

• **Rolety do střešních oken (RW):**

Rolety s ručním ovládáním v kombinaci s EOS20 hardware. Jsou dostupné ve všech typech (fixace shora, zdola, oba konce polohovatelné) a všech tvarech (obdélníkové, speciální).



Obr. 19: Speciální modely a rolety do třešních oken

Látky:

- ***Plissé 20 mm***
- ***Plissé 32 mm***
- ***Duette® 25mm***
- ***Duette® 32 mm***
- ***Duette® 64 mm***



20 mm Plissé



32 mm Plissé



25 mm Duette®



32 mm Duette®

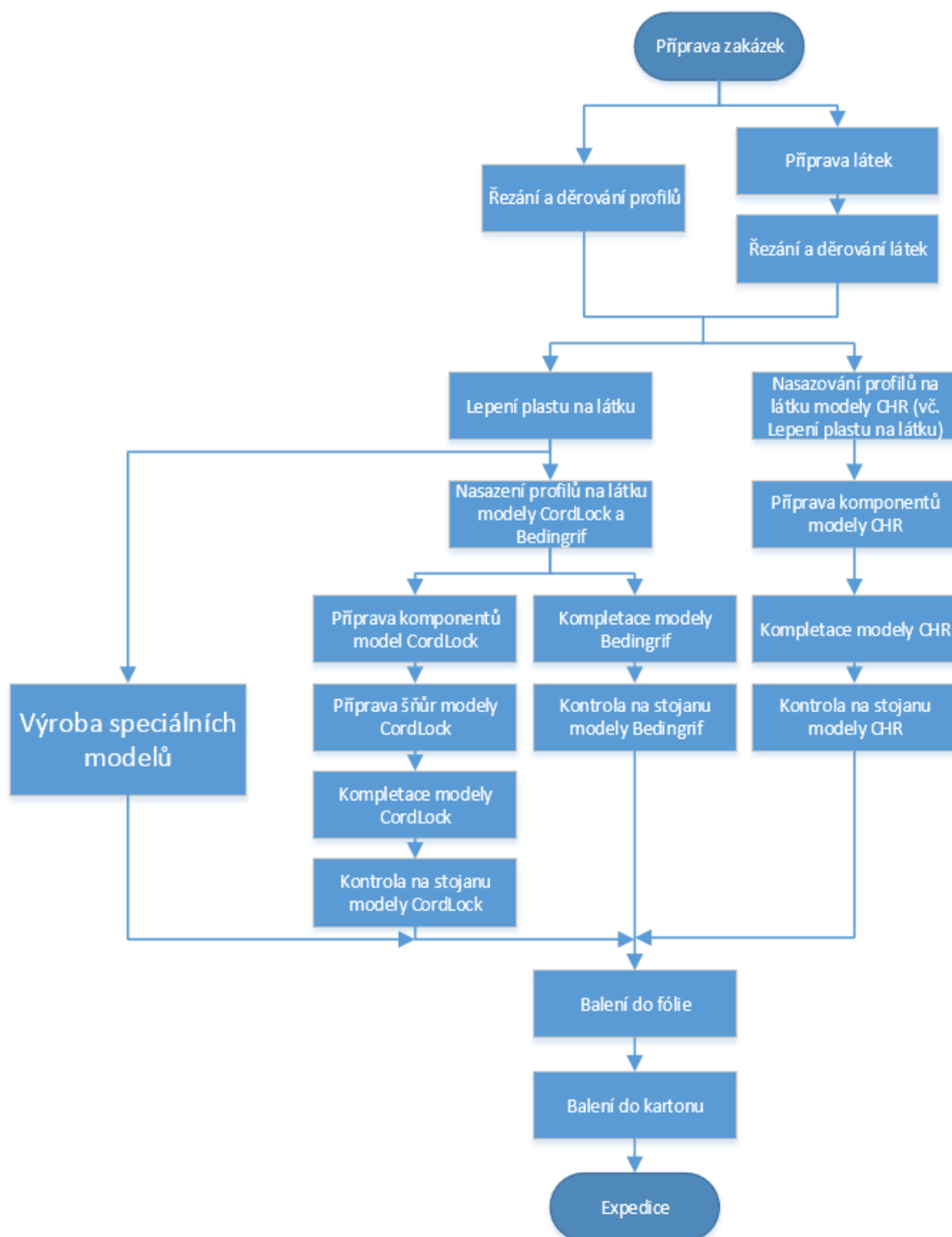


64 mm Duette®

Obr. 20: Typy látek

4.2 Popis výrobního systému

Výrobní proces na oddělení Plisseé je rozdělen do 4 výrobních linek, které mají společné procesy přípravy látek, přípravy profilů, balení do fólie a balení do kartonu (viz obr. 18 „Schéma výrobního procesu oddělení Plisseé“). Na každé z linek se vyrábí specifická skupina modelů, které se liší typem hardware. Sled výrobních operací je u všech modelů podobný. Pouze u speciálních modelů jsou některé procesy, od nasazení profilů na látku po kontrolu na stojanu, sloučené do jednoho (provádí je jeden operátor).



Obr. 21: Schéma výrobního procesu oddělení Plisseé

1. Příprava látek:

Operátor přinese látku ze skladu, kde je skladována v krabicích, na stůl pro přípravu látek. Poté odřízne pruh látky o potřebné výšce a provede kontrolu kvality látky, zda neobsahuje kazy. Následně zařízne šíří pruhu na hrubou délku. Na připravený pruh nalepí štítek s informacemi o zakázce. Hotový pruh umístí do mezioperačního skladu pro operaci „Řezání látek“.



Obr. 22: Pracoviště přípravy látek

2. Řezání profilů:

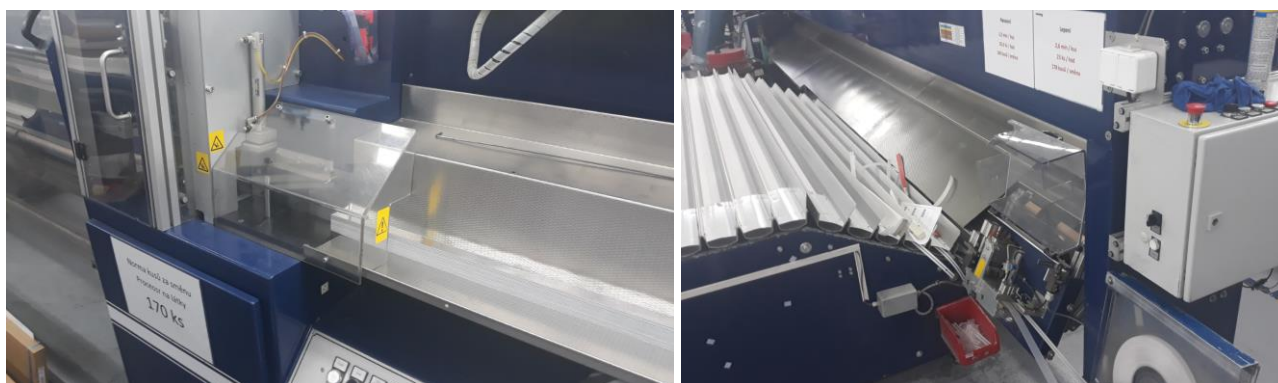
Operátor řezání profilů přinese ze skladu na pilu potřebný materiál. Dále naskenuje z pracovních papírů ze zakázky kód a uřízne profily do potřebných délek. Stroj rovnou vyděruje do profilu díry dle potřeby pro provlečení šňůr. Po dokončení operace probíhá kontrola profilu, zda nedošlo k poškození při manipulaci, nebo poškrábání barvy na profilu. Je-li vše v pořádku, je polotovar vložen na vozík i s pracovními papíry. Po naplnění vozíku jej operátor převezve k následujícímu pracovišti. Na vozíku je dvacet pozic pro umístění profilů.



Obr. 23: Pracoviště řezání profilů

3. Řezání látek:

Proces řezání látek probíhá na automatickém stroji, který řeže látky na finální délku a zároveň vrtá díry dle zadaných pozic. Operátor vezme připravenou látku z mezioperačního skladu, vloží ji na vstup stroje a načte čárový kód s informacemi o požadované přesné délce a pozicích děr. Následně spustí stroj, který vyděruje látku a uřízne na konečný rozměr (případně rozřeže na více kusů o požadovaných délkách, pokud je pruh určen pro více produktů o stejné výšce v téže zakázce). Zároveň ustříhne a vyděruje plastové pásky, které se na následné operaci lepí na látku (2 pásky na každý kus látky). Látku i plasty umístí do otočného dopravníku na výstupu stroje. Tento dopravník zajišťuje odebírání látek na následnou operaci dle metody FIFO (First In First Out).



Obr. 24: Pracoviště řezání látek

4. Lepení plastu na látku:

Plast slouží ke zpevnění horní a spodní strany látky tak, aby bylo možné nasadit látku na profil. Operátor vezme látku a plastové pásky z dopravníku. Nalepí plastové pásky na obě strany látky (horní strana / spodní strana). Poté předá na následné pracoviště (nasazení profilů na látku).



Obr. 25: Proces lepení plastu na látku

5. Nasazení profilů na látku:

Operátor převezme látku z předcházejícího pracoviště a k ní na vozíku vyhledá vhodné profily. Profily následně nasadí na obě strany látky dle výrobního postupu pro daný typ výrobku. Hotový komplet předá na následné pracoviště (příprava komponentů).



Obr. 26: Proces nasazování profilů na látku

6. Příprava komponentů:

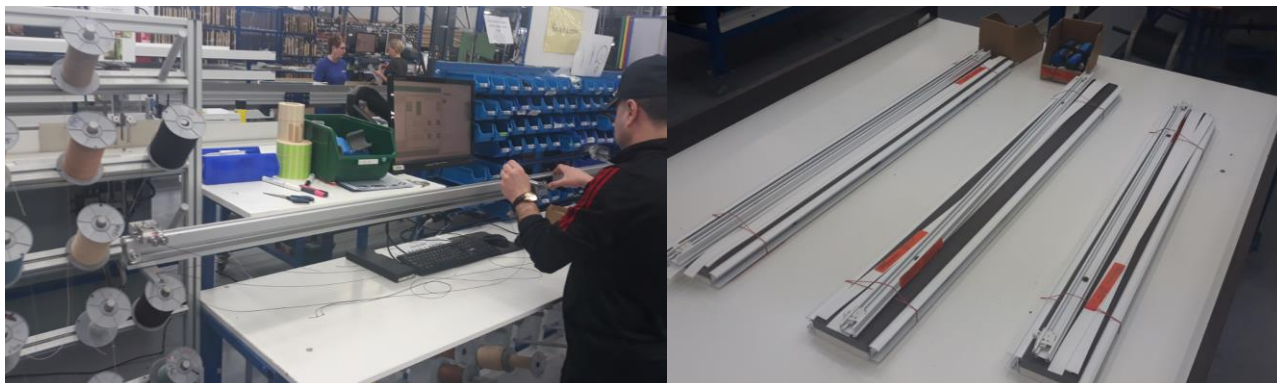
Operátor převezme hotový komplet a k němu do boxu připraví komponenty dle požadavku v zakázce. Následně na box nalepí štítek s číslem zakázky a předá box a komplet na operaci „Příprava šňůr“.



Obr. 27: Pracoviště přípravy komponentů

7. Příprava šňůr:

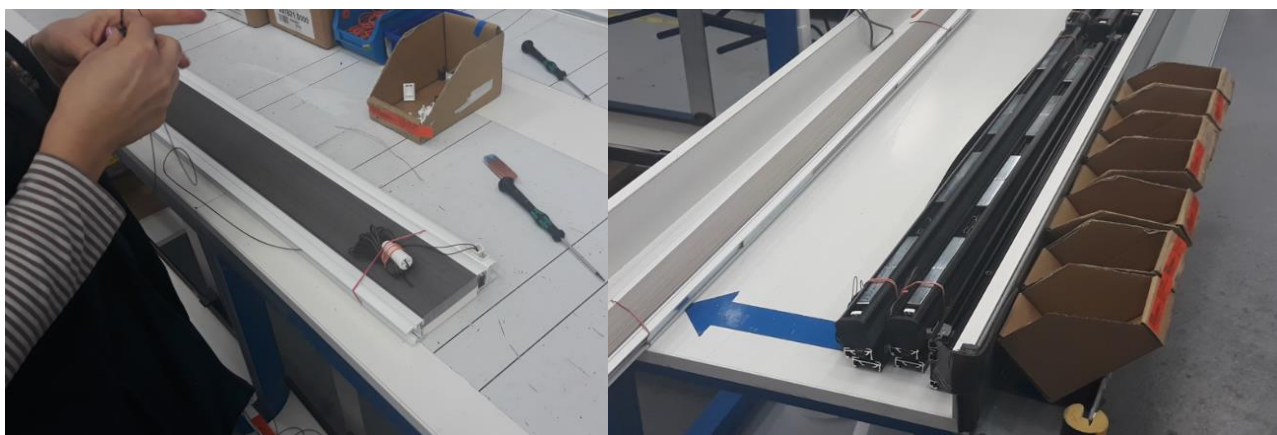
Operátor převezme komplet s komponenty a připraví šňůry, na provlečení rolety, dle požadavku na délku a množství v zakázce. Poté předá na pracoviště „Montáž“.



Obr. 28: Pracoviště přípravy šňůr

8. Montáž rolety:

Operátor převezme komplet s komponenty a šňůrami z mezioperačního zásobníku. Provede kompletaci výrobku a zkontroluje základní funkčnost. Následně předá na následnou operaci k finální kontrole.



Obr. 29: Pracoviště montáže rolet

9. Kontrola na stojanu:

Operátor převezme výrobek z předcházející operace. Zkontroluje funkčnost a vzhled výrobku a nastaví výrobek na přesnou výšku dle požadavku v zakázce. Nakonec sbalí a zafixuje výrobek pro možnost zabalení a předá na pracoviště „Balení do fólie“.



Obr. 30: Pracoviště kontroly na stojanu

10. Balení do fólie:

Operátor převezme hotový výrobek, který vloží do plastové fólie, kterou na obou koncích zataví, přičemž na jednom konci nechá přesah fólie o délce cca 30 cm. Do přesahující fólie vloží pytlíky s příslušenstvím tak, aby byl viditelný štítek s čárovým kódem, dle požadavku v zakázce a konec fólie zataví. Tím zajistí oddělení příslušenství od rolety. Na fólii nalepí štítek s čárovým kódem, který obsahuje jedinečnou identifikaci produktu v zakázce. Následně předá na následnou operaci (balení do kartonu).



Obr. 31: Pracoviště balení do fólie

11. Balení do kartonu:

Operátor převezme výrobek. Načte čárový kód na fólii a poté všechny kódy z pytlíků s příslušenstvím. Po načtení posledního pytlíku potvrdí kompletnost produktu v systému. Potvrzení je akceptováno pouze tehdy, je-li příslušenství kompletní. Tím je zajištěno odeslání kompletního příslušenství se zakázkou. Dále zabalí výrobek do kartonové krabice a vytiskne štítky, s adresou a informacemi o produktu, které nalepí na krabici. Vytisknutím štítků je zakázka ukončena v systému a přijme status pro odeslání. Operátor následně vloží krabici na vozík k expedici. Po naplnění vozíku převezme k výstupu haly pro převoz na oddělení (halu) expedice výrobků.



Obr. 32: Pracoviště balení do kartonu

5 Kritéria optimalizace

Cílem práce je optimalizace výrobního procesu na oddělení Plisseé dle kritérií zadaných níže a při zachování směnnosti (ranní směna 8.25h, odpolední směna 8.25h, včetně 30 minutových přestávek):

Zlepšení průběžného času výroby při objemu zakázek 2 000 ks/týden:

- Současný stav: 8-10 dní
- Cíl: max. 5 dní

Zvýšení výrobní kapacity:

- Současný stav: 320 ks/den
- Cíl: 400 ks/den

Zlepšení produktivity:

- Současný stav: 78,5 min/ks
- Cíl: 63 min/ks

6 Optimalizace procesu

6.1 Postup prací

V tabulce 2 „Plán prací“ a v příloze č. 3 „Plán prací“ je uveden plán prací spojených s popisovaným projektem (včetně termínů a stavu plnění).

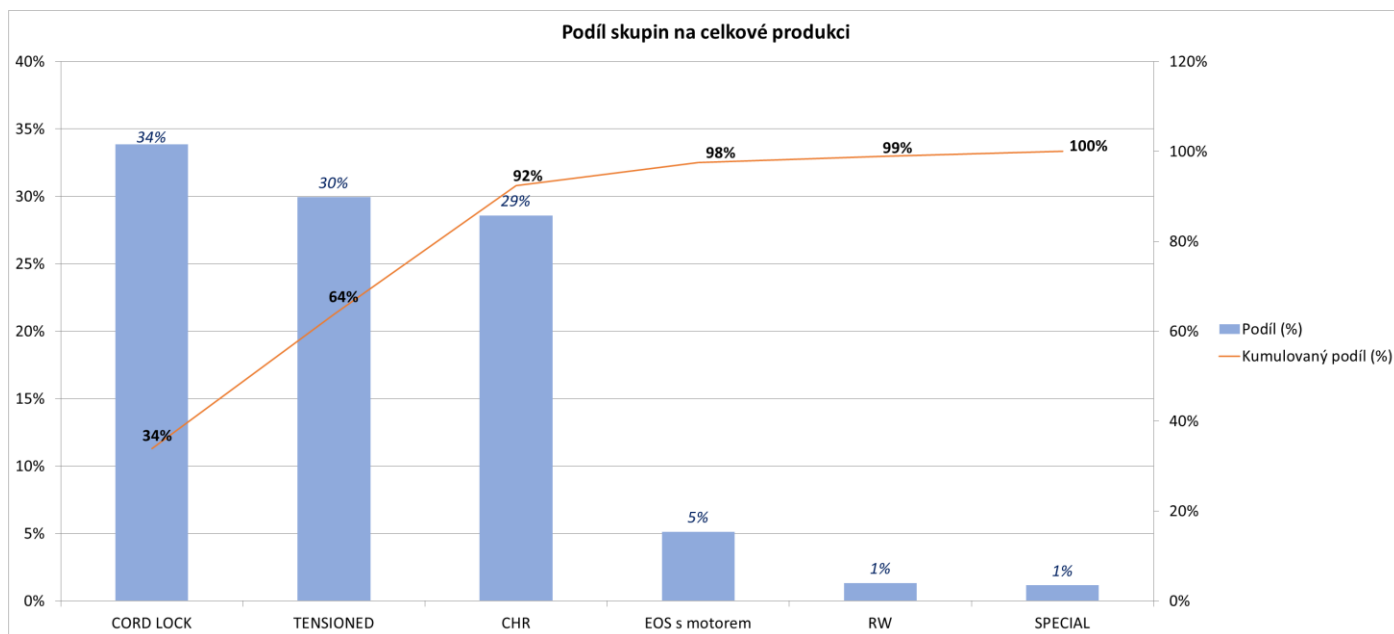
Č.	Úkol	Termín	Status	Dokončeno	Poznámky
1	Rozdělení výrobků do skupin	w48_2018	Hotovo	1.12.2017	
2	Analýza podílu skupin na celkové produkci	w49_2018	Hotovo	5.12.2017	Pareto
3	Mapování současného stavu	w10_2018	50%		
3.1	Výpočet vzorku pro měření	w49_2018	Hotovo	7.12.2017	Stanovení počtu měření dle operace
3.2	Mapování jednotlivých operací dle skupiny	w8_2018	30%		Měření časů, mapování inf. a mat. toků
3.3	Vytvoření mapy současného stavu	w10_2018			
4	Návrh mapy budoucího stavu	w12_2018			
5	Vytvoření implementačního plánu	w13_2018			

Tabulka 2: Plán prací

6.2 Rozdělení výrobků do skupin

Pro rozdělení výrobků do skupin jsem použil metodu VSM matrix. Vzniklo celkem šest skupin, které kopírují rozdělení dle modelů. Příčinou je pravděpodobně podobnost metody použité při definici modelů (V minulosti byly modely také definovány dle podobnosti výrobního procesu přímo od designerů produktů. Výsledek byl podkladem pro navrhování uspořádání současných výrobních linek.).

Z Paretova diagramu (viz obr. 28 „Podíl skupin na celkové produkci“) je vidět podíl produkce jednotlivých skupin. Z grafu lze vyčíst, že 92% produkce je tvořeno třemi významnými skupinami výrobků (CORD LOCK, Tensioned (= Bedingriff), CHR). Těmito skupinami se budu detailně zabývat při mapování současného a navrhování budoucího stavu výrobního procesu.



Obr. 33: Podíl skupin na celkové produkci

6.3 Mapování současného stavu

6.3.1 Výpočet vzorku pro měření

Před samotným měřením bylo potřeba definovat vhodný počet měření pro jednotlivé operace tak, aby byl eliminován chyba měření. Pro výpočet jsem použil vzorec níže:

$$vzorek = \left(\frac{2 \times \text{Směrodatná odchylka}}{\text{Rozlišení } \Delta} \right)^2 \qquad \text{Směrodatná odchylka} = \frac{(MAX - MIN)}{\text{Počet měření}}$$

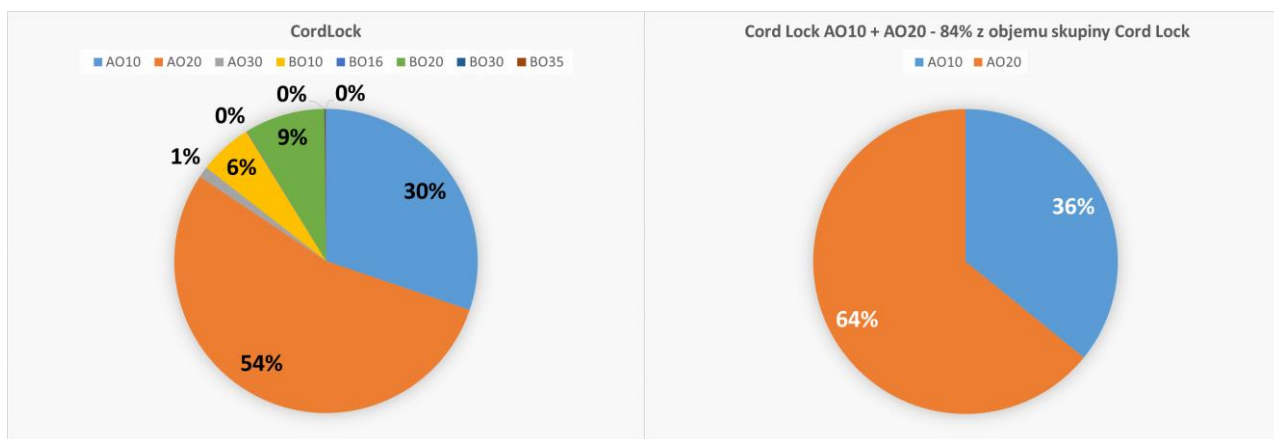
Počet měření = počet kontrolních měření pro definici směrodatné odchylky
Rozlišení = požadovaná přesnost (akceptovatelná chyba měření)

V příloze 4 „Plisseé-Výpočet vzorku“ naleznete definici velikosti vzorku dle jednotlivých výrobních operací, které použiji jako podklad při mapování jednotlivých operací dle skupiny. Po naměření určeného počtu časů vyjmu minimální a maximální čas a spočítám průměrný čas na danou operaci. Výsledek použiji v mapě současného stavu a jako podklad při navrhování budoucího stavu.

6.3.2 Mapování jednotlivých operací dle skupiny

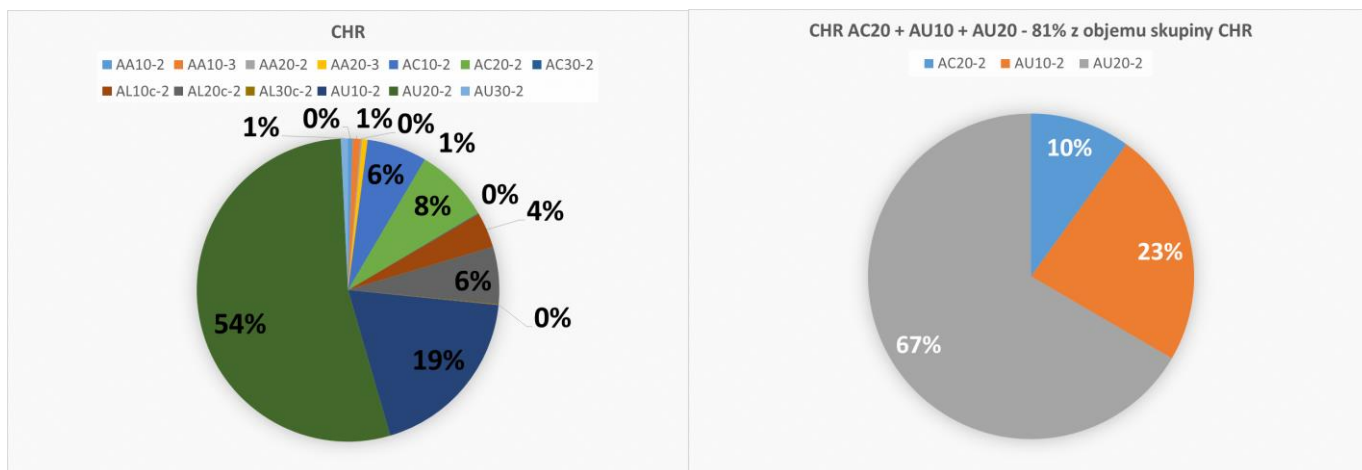
6.3.2.1 Definice podílu jednotlivých typů dle produktové skupiny

Přestože jsou výrobky rozděleny do produktových skupin, liší se výrobní čas jednotlivých výrobků v rámci skupiny dle typu. Pro vyšší přesnost měření jsem tedy provedl analýzu podílu jednotlivých typů na produktové skupině. Na obr. 34 až 36 lze vidět popsané podíly pro skupiny „Cord Lock“, „Tensioned“ a „CHR“ na základě rozložení výroby za 2. pololetí roku 2017.



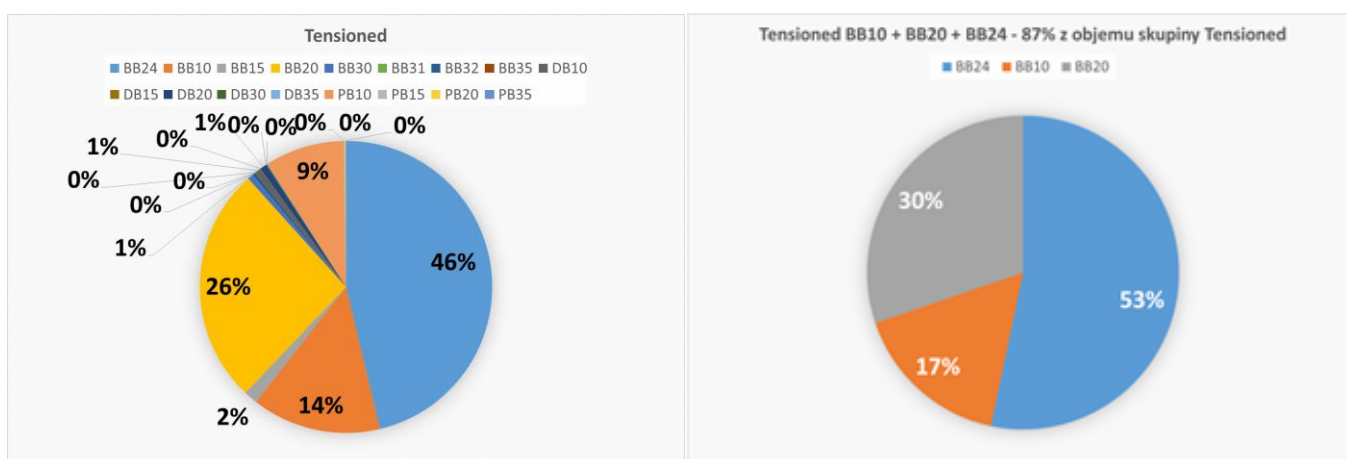
Obr. 34: Podíl produkce jednotlivých typů ve skupině Cord Lock za 2. pol. 2017

Z obr. 34 je dále patrné, že měření, pro skupinu „Cord Lock“, budeme provádět na typech AO10 (64% měření) a AO20 (36% měření).



Obr. 35: Podíl produkce jednotlivých typů ve skupině CHR za 2. pol. 2017

Pro skupinu „CHR“ budeme měření provádět na typech AU20-2 (67% měření), AU10-2 (23% měření) a AC20-2 (10% měření).



Obr. 36: Podíl produkce jednotlivých typů ve skupině Tensioned za 2. pol. 2017

Pro skupinu „Tensioned“ budeme měření provádět na typech BB24 (53% měření), BB20 (30% měření) a BB10 (17% měření).

6.3.2.2 Měření časů

Měření časů jednotlivých pracovních operací jsme pro definované typy prováděli po dobu 3 týdnů. Při všech měřeních byla pořízena videa pro pozdější rozbor. Měření prováděl tým 4 pracovníků oddělení procesního engineeringu, mezi které byly jednotlivé pracovní operace rovnoměrně rozděleny (viz tabulka 3 „Podklad pro měření“, sloupec „Měřitel“). Při měření jsme uvažovali průměrný rozměr výrobků (měření probíhala na výrobcích o rozměrech blízkých průměrným rozměrům, viz tabulka 3 „Podklad pro měření“, sloupec „Průměrný rozměr (ŠxV mm)“), počet náměrů pro jednotlivé operace dle přílohy 4 „Plisseé-Výpočet vzorku“.

Č. operace	Pracovní operace	Produktová skupina	Typ výrobku pro měření	Velikost vzorku (Počet měření)	Měřitel	Průměrný rozměr (ŠxV mm)
1	Řezání profilů	vše	nemá vliv	12	M. Dlask	1100x1600
2	Kontrola profilů "PQS"	vše	nemá vliv	10	M. Dlask	1100x1600
3	Příprava látek	vše	nemá vliv	28	M. Dlask	1100x1600
4	Řezání látek	vše	nemá vliv	10	D. Chytrý	1100x1600
5	Lepení plastu na látku	vše mimo CHR	nemá vliv	10	D. Chytrý	1000x1500
6	Nasazování profilů na látku	vše mimo CHR	nemá vliv	13	D. Chytrý	1000x1500
7	Přípravná kompletace	vše mimo CHR	nemá vliv	10	D. Chytrý	1000x1500
8	Kompletace + kontrolní stojan Tensioned	Tensioned	BB24 (53%), BB20 (30%), BB10 (17%)	14 (8x BB24, 4x BB20, 2x BB10)	V. Dvořáková	700x1400
9	Příprava komponentů CL	Cord lock	nemá vliv	5	M. Dlask	1200x1600
10	Příprava šňůr CL	Cord lock	nemá vliv	5	V. Dvořáková	1200x1600
11	Provlékání šňůr CL	Cord lock	AO10 (64%), AO20 (36%)	10 (6x AO10, 4x AO20)	V. Dvořáková	1200x1600
12	Kontrolní stojan CL	Cord lock	AO10 (64%), AO20 (36%)	10 (6x AO10, 4x AO20)	V. Dvořáková	1200x1600
13	Lepení plastu na látku CHR	CHR	nemá vliv	10	D. Chytrý	1400x1700
14	Nasazování profilů na látku CHR	CHR	nemá vliv	13	V. Dvořáková	1400x1700
15	Příprava komponentů CHR	CHR	nemá vliv	5	J. Richter	1400x1700
16	Provlékání šňůr CHR	CHR	AU20-2 (67%), AU10-2 (23%), AC20-2 (10%)	13 (9x AU20-2, 3x AU10-2, 1x AC20-2)	J. Richter	1400x1700
17	Kontrolní stojan CHR	CHR	AU20-2 (67%), AU10-2 (23%), AC20-2 (10%)	12 (8x AU20-2, 3x AU10-2, 1x AC20-2)	J. Richter	1400x1700
18	Balení do fólie	vše	nemá vliv	14	J. Richter	1100x1600
19	Balení do kartonu	vše	nemá vliv	10	J. Richter	1100x1600

Tabulka 3: Podklad pro měření

Z naměřených časů pro jednotlivé pracovní operace jsme vyškrtli extrémní (jeden nejvyšší a jeden nejnižší čas). U operací, kde je významným faktorem typ výrobku (operace, u kterých je v tabulce 4 „Výpočet průměrného času operace Provlékání šňůr CL“, a sloupci „Typ výrobku pro měření“, hodnota jiná, než „nemá vliv“) jsme z naměřených časů, pro jednotlivé pracovní operace a dané produktové skupiny, vyškrtli extrémní (jeden čas s nejvyšší odchylkou směrem nahoru a jeden čas nejvyšší odchylkou směrem dolů vzhledem k typu výrobku) a spočítali průměr zbylých časů. Příklad níže (viz tabulka 4) ukazuje příklad výpočtu výsledného času pro pracoviště „Provlékání šňůr CL“, kde má typ výrobku významný vliv na měřeném času. Ve sloupci „Relativní odchylka měření (dle typu)“ je zobrazena relativní odchylka měření od průměrného času „PT total (s)“ pro daný typ výrobku. Nejvyšší odchylka směrem dolů je v tomto případě u měření č. 3, naopak nejvyšší odchylka směrem nahoru je u měření č. 1. Obě tato měření jsem tedy vyškrtl. Průměrné časy pro typ AO10 pak počítám z měření č. 1, 4, 5, 6. Výsledné časy pak počítám jako vážený průměr (tedy 60% průměrného času typu AO10 + 40% průměrného času typu AO20).

Provlékání šňůr CL						
	Type	PT total (s)	PT-Added (s)	PT-NonAdded Important (s)	PT-NonAdded (s)	Relativní odchylka měření (dle typu)
Měření 1	AO10	587	514	38	35	1.8%
Měření 2	AO10	587	543	44	-	1.8%
Měření 3	AO10	533	498	35	-	-7.6%
Měření 4	AO10	574	528	46	-	-0.5%
Měření 5	AO10	587	539	48	-	1.8%
Měření 6	AO10	559	512	47	-	-3.1%
	Avg. AO10:	576.8	530.5	46.3	-	
Měření 7	AO20	937	885	52	-	-1.1%
Měření 8	AO20	963	908	55	-	1.7%
Měření 9	AO20	938	889	49	-	-1.0%
Měření 10	AO20	951	895	56	-	0.4%
	Avg. AO20:	947.3	894.3	53.0	-	
	AVG total:	725.0	676.0	49.0	-	

Tabulka 4: Výpočet průměrného času operace Provlékání šňůr CL

Po naměření časů jsme provedli jejich analýzu, kdy jsme spočítali průměrné časy (včetně rozdělení dle přidané hodnoty, nepřidané hodnoty potřebné a nepřidané hodnoty). Toto rozdělení budeme potřebovat při balancování linky. Výsledné časy pro jednotlivé operace jsou zobrazeny v tabulce 5 „Výsledky měření“, cloupec „PT total (s)“.


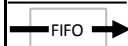




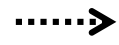



Č. operace	Pracovní operace	Průměrný rozměr (ŠxV mm)	PT total (s)
1	Řezání profilů	1100x1600	404.5
2	Kontrola profilů "PQS"	1100x1600	85.9
3	Příprava látek	1100x1600	656.4
4	Řezání látek	1100x1600	106.2
5	Lepení plastu na látku	1000x1500	268.5
6	Nasazování profilů na látku	1000x1500	347.0
7	Přípravná kompletace	1000x1500	91.5
8	Kompletace + kontrolní stojan Tensioned	700x1400	869.4
9	Příprava komponentů CL	1200x1600	115.0
10	Příprava šňůr CL	1200x1600	371.1
11	Provlékání šňůr CL	1200x1600	725.0
12	Kontrolní stojan CL	1200x1600	625.8
13	Lepení plastu na látku CHR	1400x1700	327.0
14	Nasazování profilů na látku CHR	1400x1700	267.0
15	Příprava komponentů CHR	1400x1700	231.3
16	Provlékání šňůr CHR	1400x1700	809.0
17	Kontrolní stojan CHR	1400x1700	520.0
18	Balení do fólie	1100x1600	118.0
19	Balení do kartonu	1100x1600	252.0

Tabulka 5: Výsledky měření

6.3.3 Vytvoření mapy současného stavu

6.3.3.1 Přehled použitých symbolů

V tabulce 6 „Přehled symbolů VSM současného stavu“ jsou zobrazeny symboly použité při tvorbě současného stavu VSM s popisem významu.

Popis	Symbol	Popis	Symbol														
Elektronický informační tok:		Mezioperační tok FIFO:															
Dodávka materiálu:		Zákazník / Dodavatel:															
Mezioperační tok tlakem:		Fyzický informační tok:															
Mezioperační tok tahem:		Transport:															
Neřízené mezioperační zásoby:		Pracovní operace:	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">12. Kontrolní stojan</td> </tr> <tr> <td>Operators:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>PT</td> <td>626 sec</td> </tr> <tr> <td>CT</td> <td>313 sec</td> </tr> <tr> <td>WorkHr.</td> <td>7.75 hours</td> </tr> <tr> <td>Shifts</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>T Share</td> <td>100%</td> </tr> </table>	12. Kontrolní stojan		Operators:	2	PT	626 sec	CT	313 sec	WorkHr.	7.75 hours	Shifts	2	T Share	100%
12. Kontrolní stojan																	
Operators:	2																
PT	626 sec																
CT	313 sec																
WorkHr.	7.75 hours																
Shifts	2																
T Share	100%																
Interní sklad materiálu:																	

Tabulka 6: Přehled symbolů VSM současného stavu

6.3.3.2 Mapa hodnotového toku současného stavu

V této kapitole popíšu podstatné informace zobrazené ve VSM současného stavu (viz příloha 5 „VSM současného stavu“), kterou jsme vytvořili na základě analýzy současného stavu, a která zobrazuje podstatné informace o současné struktuře výrobní linky.

V horní části VSM současného stavu je zobrazena tabulka s detaily týkajícími se požadované a současné kapacity (viz obrázek 37 „Přehled základních parametrů výrobní linky“). V tabulce, v horní části obrázku 37, je vidět požadovaná kapacita na základě zákaznické poptávky (celkový počet výrobků za den a za směnu, počet výrobků za den a za směnu dle mapovaných produktových skupin). Pod tabulkou jsou zobrazeny informace o současné kapacitě výrobní linky, počtu operátorů za směnu, požadovaném taktu ve vteřinách za kus (dle požadované kapacity), současném taktu výrobní linky.

Zákaznická poptávka		ks/den	ks/směna
		400	200
CHR	29%	116	58
CL	34%	136	68
Tens.	30%	120	60

Současná kapacita (pc/směna): 160

Počet operátorů/směna: 27

Požadovaný takt (s/ks): 139.5

Současný takt (s/ks): 174.4

Obr. 37: Přehled základních parametrů výrobní linky

Na obrázku 38 „Popis pracovní operace“ jsou zobrazeny podstatné informace o výrobních operacích. V prvním řádku tabulky vpravo je informace o čísle a názvu pracovní operace. Ve druhém řádku pak počet operátorů na dané operaci na jedné směně. Ve spodní části téže tabulky je pak zobrazen procesní čas (PT z anglického „Process Time“), čas cyklu (CT = „Cycle Time“), čistý pracovní čas za směnu v hodinách (po odečtení přestávky), počet směn na pracovní operaci (za pracovní den), podíl výrobního času na operaci sdíleného s ostatními výrobky (z jiných produktových skupin, než které jsou zobrazeny v mapě). Tabulka vlevo znázorňuje informaci o neřízené mezioperační zásobě (v tomto případě v množství 1 ks výrobku). Ve spodní části tabulky je informace o celkovém času na výrobu zmíněné mezioperační zásoby (WT = „working time“ = počet ks x CT). Zobrazená šipka znázorňuje způsob toku mezioperačních zásob (v tomto případě mezioperačního toku tlakem).

WIP	
1	Ks
86	WT [s]

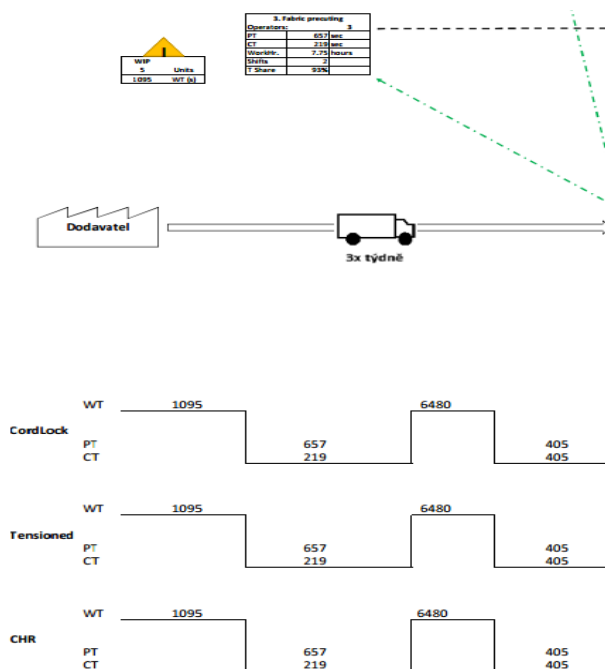
2. Kontrola profilů PQS	
Operators:	1
PT	86 sec
CT	86 sec
Prac. čas	7.75 hodin
Směn	2
Sdílení	93%

Obr. 38: Popis pracovní operace

Mapa současného stavu dále zobrazuje elektronický způsob objednávky výrobků směrem od zákazníků k HDK (Hunter Douglas Kadaň) přes zákaznický servis (přesněji oddělení zákaznického servisu), které dále zpracovává zakázky zadané do centrálního informačního systému. Po zmíněném zpracování je pracovníkem zákaznického servisu upraven status zakázky v systému a zakázka je automaticky přesměrována do oddělení plánování výroby, odkud je zakázka po naplánování termínu výroby automaticky přesměrována do sekce přípravy výrobní dokumentace, která již spadá do oddělení výroby sledovaného oddělení. Pracovník přípravy výrobní dokumentace pak provede tisk výrobní dokumentace k zakázkám naplánovaným na daný den v předstihu 2 pracovních směn (protože pracuje pouze na ranní směně). Z mapy současného stavu je dále patrné, že veškeré toky mezioperačních zásob na oddělení PB jsou prováděny metodou tlaku. Veškeré mezioperační zásoby jsou zároveň neřízené. V průběhu mapování jsme zaznamenali, že v minulosti byla snaha o zavedení řízených mezioperačních zásob metodou FIFO (tedy tahem s řízenou kapacitou mezioperačních skladů a pořadím odběru FIFO). Postupem času však nastavená pravidla vymizela. Pracovní operace přípravy látek, řezání látek, řezání profilů, kontrola profilů PQS, balení do fólie a balení do kartonu jsou sdílené pro všechny výrobky vyráběné na oddělení Plisseé. Pracoviště nasazování plastu na látku, nasazování profilů na látku, přípravná kompletace jsou sdílená pro produktové skupiny Cord Lock a Tensioned. Ostatní pracovní operace znázorněné v mapě současného stavu nejsou sdílené. Dokončené výrobky jsou expedovány zákazníkům externími dopravci 3-krát týdně.

Materiál pro výrobu je směrem od dodavatelů dodáván do skladu v HDK 3-krát týdně externími přepravci. Dodavatelem 80% materiálů jsou sesterské společnosti sídlící v Holandsku. Ze skladu je materiál do výroby (na jednotlivá pracoviště) oficiálně dodáván 2-krát denně (v mapě je tento tok značen zelenou čerchovanou čarou). Vzhledem k nedokonalému neřízenému systému objednávek materiálu směrem z výroby je materiál v případě potřeby zásobován častěji. Skladníci pracují pouze na ranní směně. V případě, že dojde materiál na odpolední směně, řeší mistr situaci operativně (odložení zakázky, případně osobním fasováním).

Ve spodní části mapy jsou znázorněny osy s výrobními časy jednotlivých operací (vždy pro operaci znázorněné v mapě na daném úseku osy, viz obr. 39 „Časové osy“. Každé sledované produktové skupině náleží jedna osa (Cord Lock, Tensioned, CHR). Pro jednotlivé operace je zde znázorněn čas na zpracování mezioperačních zásob (WT v sekundách), procesní čas na dané operaci (PT v sekundách) a čas cyklu (CT taktéž v sekundách). Součty těchto os jsou pak znázorněny v pravé horní části mapy současného stavu (viz obr. 40 „Součty časových os“).



Obr. 39: Časové osy

	PT (s)	CT (s)	PT(min)	CT(min)	WT (s)	WT(min)	LT
CL	3512	2802	58.5	46.7	30685	511.4	558.1
Tensioned	3201	2422	53.4	40.4	26980	449.7	490.0
CHR	3122	2515.333	52.0	41.9	28979	483.0	524.9

Obr. 40: Součty časových os

6.4 Návrh mapy budoucího stavu

6.4.1 Přehled použitých symbol

Symbole použité při návrhu mapy budoucího stavu jsou shodné jako pro současný stav, přibyl pouze blok pro navrhované změny (řešení). Viz tabulka 7 “Přehled symbolů VSM budoucího stavu”.

Popis	Symbol	Popis	Symbol														
Elektronický informační tok:		Mezioperační tok FIFO:															
Dodávka materiálu:		Zákazník / Dodavatel:															
Mezioperační tok tlakem:		Fyzický informační tok:															
Mezioperační tok tahem:		Transport:															
Neřízené mezioperační zásoby:		Pracovní operace:	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">12. Kontrolní stojan</td> </tr> <tr> <td>Operators:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>PT</td> <td>626 sec</td> </tr> <tr> <td>CT</td> <td>313 sec</td> </tr> <tr> <td>WorkHr:</td> <td>7,75 hours</td> </tr> <tr> <td>Shifts</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>T Share</td> <td>100%</td> </tr> </table>	12. Kontrolní stojan		Operators:	2	PT	626 sec	CT	313 sec	WorkHr:	7,75 hours	Shifts	2	T Share	100%
12. Kontrolní stojan																	
Operators:	2																
PT	626 sec																
CT	313 sec																
WorkHr:	7,75 hours																
Shifts	2																
T Share	100%																
Interní sklad materiálu:																	
Navrhovaná změna:		Plánovací box:															
Kanban:																	

Tabulka 7: Přehled symbolů VSM budoucího stavu

6.4.2 Příprava návrhu VSM budoucího stavu

Při návrhu VSM budoucího stavu jsme postupovali podle osmi zásad implementace štíhlé výroby (viz níže).

1. Definice taktu (takt time):

Pro výpočet taktu potřebujeme informaci o požadované kapacitě a délce periody na výrobu požadované capacity. Z analýzy současného stavu víme, že pro různá pracoviště může být úroveň taktu odlišná. Celkový takt linky je podílem celkové požadované capacity na časovém useku definovaném pro její splnění. V případě mapované linky je celková požadovaná kapacita 200ks za jednu výrobní směnu. Výrobní směna má délku 7,75h po odečtení přestávky. Výpočet taktu je tedy následující:

$$\text{Takt time} = \text{Délka periody} / \text{požadovaná kapacita} = (7,75 \times 60) / 200 = 2,325 \text{ min/ks} = \mathbf{139,5 \text{ s}}$$

2. Volba strategie pro dokončené výrobky:

Z hlediska strategie pro dokončené výrobky existují 2 možnosti:

1) Výroba a dodání na základě objednávky od zákazníka

2) Výroba na sklad

V našem případě jde o zakázkovou výrobu, kdy je každý výrobek vyráběn na míru. Nelze proto uplatnit výrobu na sklad, přestože přínosem takové strategie by bylo zkrácení lead time pro zákazníka. Proto volíme výrobu a dodání na základě objednávky od zákazníka.

3. Průběžný výrobní tok (one piece flow):

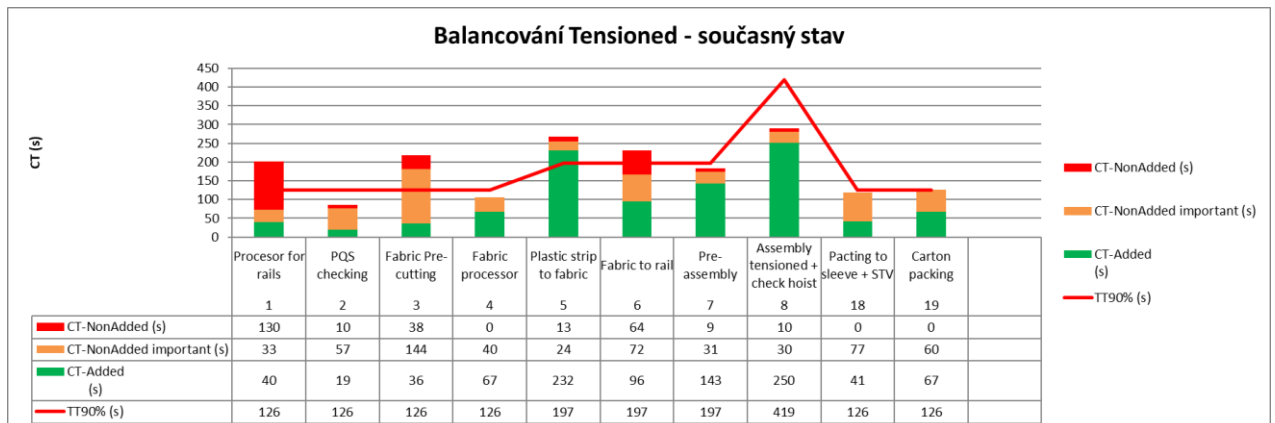
Při prověřování možností implementace průběžné výroby jsme nejprve provedli balancování linky pro jednotlivé sledované produktové skupiny, abychom zjistili potenciál výrobní linky.

Balancování proběhlo ve 2 krocích:

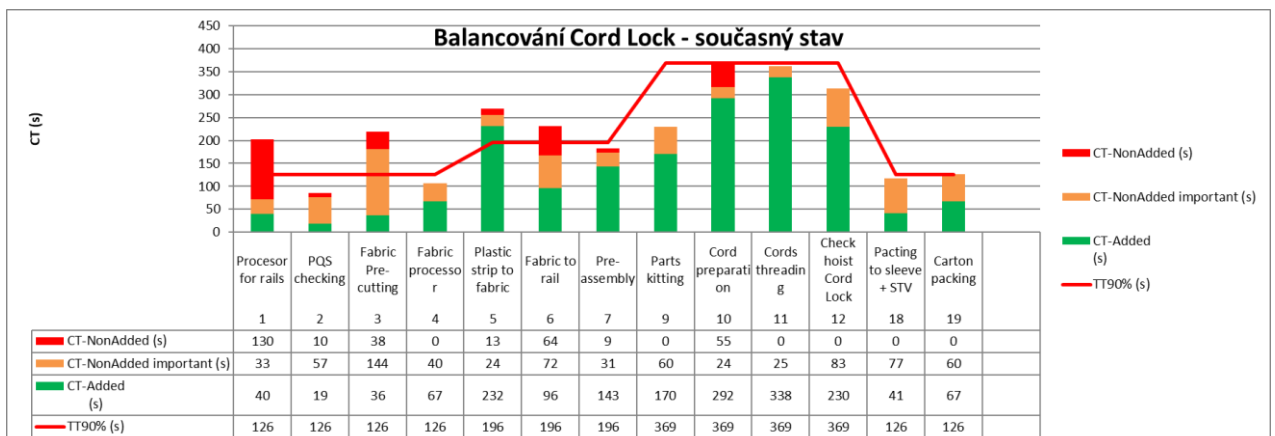
1) Zobrazení současného stavu:

Pro každou produktovou skupinu jsem vytvořil sloupcový graf, ve kterém jsou na ose x zobrazeny jednotlivé pracovní operace a na ose y čas cyklu (CT) v sekundách. Červená křivka ukazuje úroveň 90% taktu (TT90%) v sekundách. Pro jednotlivé operace je ve sloupcovém grafu zobrazena časová úroveň přidané hodnoty cyklu (CT-added) v sekundách (zelená část sloupce), nepřidané, ale potřebné hodnoty cyklu (CT-NonAdded important) v sekundách (oranžová část sloupce), nepřidané hodnoty cyklu (CT-NonAdded) v sekundách (CT-NonAdded). Ze všech grafů je zřejmé, že hodnota taktu je pro jednotlivé operace odlišná. Příčinou rozdílná požadovaná kapacita pro jednotlivé pracovní operace, která je dána tím, že některé pracovní operace jsou sdílené pro více produktových skupin (požadovaná kapacita je proto vyšší, úroveň taktu nižší) a některé pracovní operace jsou sdílené pro méně produktových skupin či nejsou sdílené a vyrábí se na nich pouze pro jednu produktovou skupinu (požadovaná kapacita je nižší, úroveň taktu vyšší).

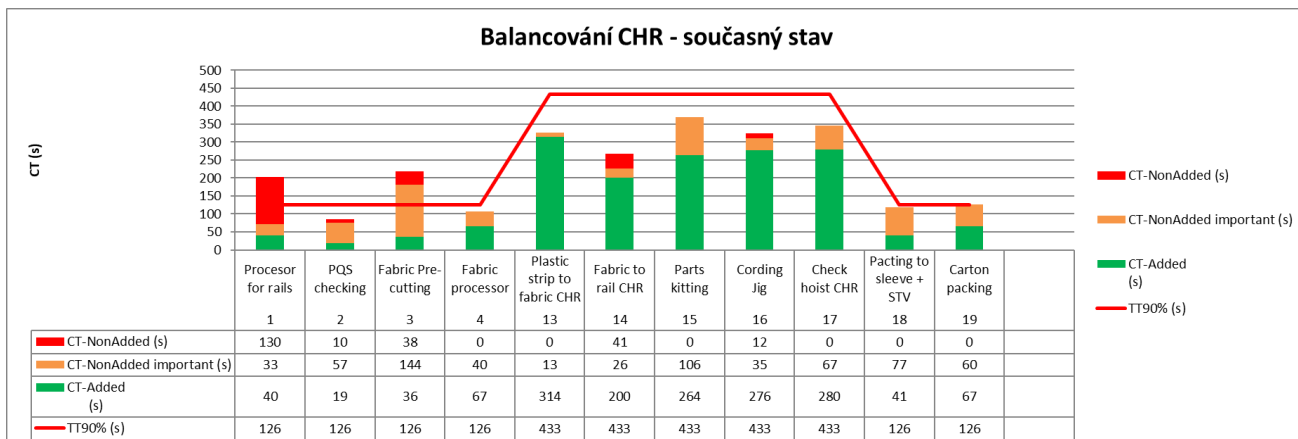
Balancování jednotlivých produktových skupin je zobrazeno na obrázcích 41 až 43.



Obr. 41: Balancování Tensioned – současný stav



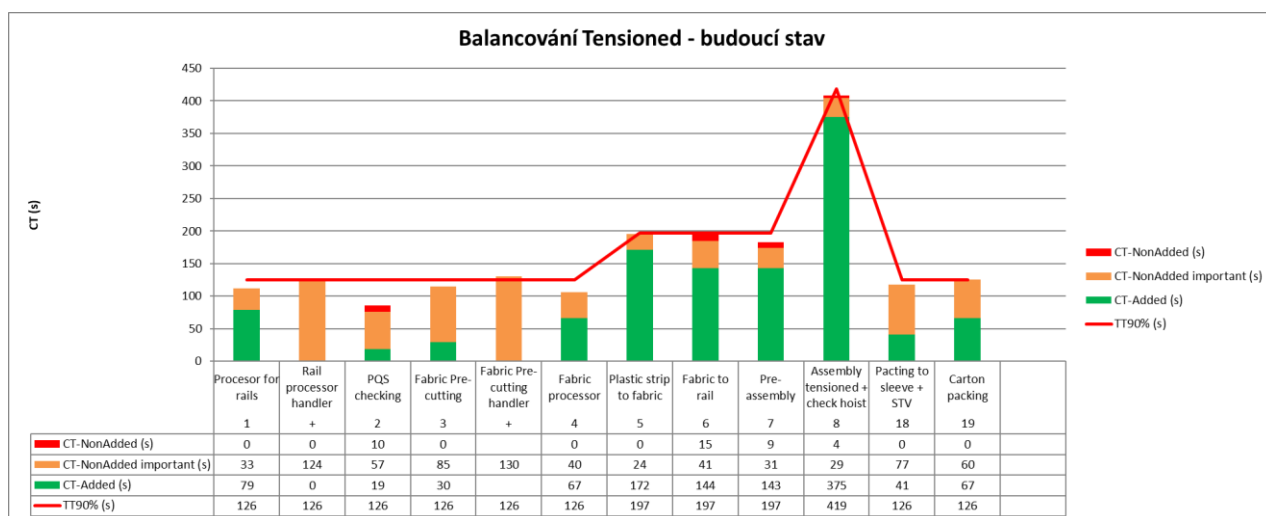
Obr. 42: Balancování Cord Lock – současný stav



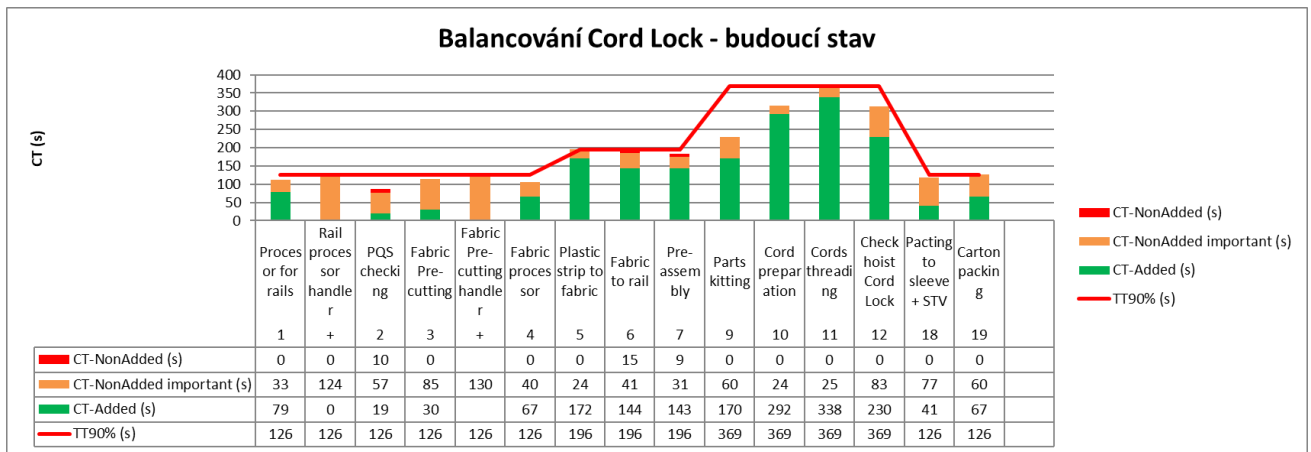
2) Návrh opatření a zobrazení budoucího stavu:

Z obrázků 41 až 43 je zřejmé, že některé pracovní operace mají celkový čas cyklu vyšší, než úroveň TT90%. Tyto operace jsou úzkými místy a jsou důvodem limitované kapacity po úrovni potřeby. Proto jsme se na tyto operace zaměřili a navrhli opatření, která povedou k redukci jejich celkového CT pod úroveň TT90%. Nejprve jsme se zabývali úplnou eliminací oblastí s nepřidanou hodnotou (červené části sloupců) a následně redukcí času v oblastech s potřebnými činnostmi s nepřidanou hodnotou (oranžové části sloupců).

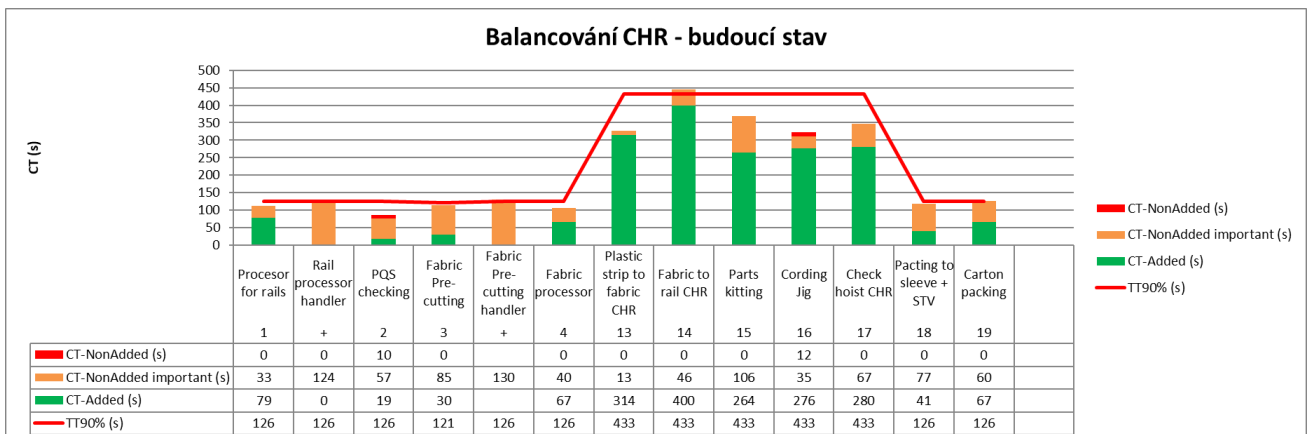
Výsledkem je návrh balancování jednotlivých produktových skupin na obrázcích 44 až 46.



Obr. 44: Balancování Tensioned – budoucí stav



Obr. 45: Balancování Cord Lock – budoucí stav



Obr. 46: Balancování CHR – budoucí stav

Opatření pro redukci celkového CT dle jednotlivých operací:

1) Řezání profilů:

Operace řezání profilů je úzkým místem celého výrobního procesu na oddělení PB (vyrábí se zde všechny typy výrobků).

Kritické ztráty:

- Příprava a hledání vstupního materiálu v neuspořádaném a neoznačeném výrobním skladu (**124s + 38s**)
- Vyplňování požadavku na fasování nenalezeného materiálu (**83s**)
- Čištění stroje (**33s**)
- Diskuse s mistrem o následné výrobě (**15s**)

Návrh řešení:

- Přetřídění skladu dle spotřeby a modelů, přiřazení a označení fixních lokací
- Zajištění zobrazení skladové lokace v pracovních papírech, PQS (Preventive Quality System)
- Zavedení pozice "Handler" => zvýšení výstupu (vytížení) pily
- Zajištění časové posloupnosti zakázek (plánovací box)
- Zavedení metody Kanban pro zásobování plastů, profilů
- Automatické čištění pily (odfuk/odsávání)
- Zajištění využívání zbytků
- Optimalizace řezání profilů

Celková redukce PT = 293s

2) Příprava látek:

Druhým kritickým úzkým místem je příprava látek (také zde se vyrábí všechny typy výrobků).

Kritické ztráty:

- Zavírání krabice, úklid krabice zpět do výrobního skladu, zaskladnění použitelných zbytků **(100s)**
- Transport připravených látek na následnou operaci **(80s)**
- Značení nově otevřené krabice, příprava skladové karty, přepočítávání množství materiálu v nové krabici, korekce množství látky v elektronickém systému **(39s)**
- Chození pro krabici s látkou do výrobního skladu **(20s)**
- Hledání nástrojů, přerovnávání **(17s)**
- Čekání na odezvu PC **(15s)**

Návrh řešení:

- Zavedení pozice "Handler" pro činnosti spojené s transportem krabic mezi pracovištěm a výrobním skladem, zaskladnění použitelných zbytků
- Optimalizace pracoviště pro zkrácení cesty do mezioperačního skladu pro následnou operaci
- Zrušení přepočítávání množství materiálu po otevření nové krabice. Sladění koeficientů pro přepočet množství s dodavateli (odstranění vznikající odchylky množství v systému)
- Zavedení 5S
- Optimalizace IT software

Celková redukce PT = 280s

3) Lepení plastu na látku:

Kritické ztráty:

- Úklid / hledání materiálu pracoviště **(13s)**
- Podlepování lastu lepící páskou (kvůli nevhodnému lepidlu na pásce od výrobce) **(20s)**
- Složitý proces nalepování plastu (ručně, bez přípravku na středění do správné pozice) **(40-60s)**

Návrh řešení:

- Zavedení 5S
- Vyjednání vhodného lepidla na pásku s dodavatelem
- Poptat přípravek na středění plastu do správné pozice při nasazování na látku

Celková redukce PT = 73-93s

4) Nasazování profilů na látku:

Kritické ztráty:

- Hledání / přiřazování profilů k látkám **(95s)**
- Fixace pásek k produktu gumičkami pro přesun na následnou operaci **(34s)**
- Kontrola látky po dokončení operace **(19s)**

Návrh řešení:

- Optimalizace mezioperačního skladu (organizace), FIFO
- Zrušení fixace pásek k produktu. Následná operace se provádí na sousedním stole ("One piece flow")
- Přesunutí kontroly látky po dokončení operace na začátek následné operace

Celková redukce PT = 148s

5) Nasazování profilů na látku CHR:

Kritické ztráty:

- Hledání / přiřazování profilů k látkám **(44s)**

Návrh řešení:

- Optimalizace mezioperačního skladu (organizace), FIFO

Celková redukce PT = 44s

6) Příprava šňůr CL:

Kritické ztráty:

- Výpočet délky šňůr operátorem **(31s)**
- Úklid / utřídění pracoviště **(24s)**

Návrh řešení:

- Zajištění výpočtu potřebné délky šňůr do pracovní dokumentace
- Zavedení 5S

Celková redukce PT = 55s

7) Kompletace + kontrolní stojan Tensioned:

Kritické ztráty:

- Nadměrná manipulace s výrobkem **(81s)**

Návrh řešení:

- Optimalizace procesu (snížení vzdáleností, optimalizace posloupnosti činností,...)

Celková redukce PT = 54s

Navržená opatření pomohou “vybalancování” linky a dosažení požadované capacity 200ks za směnu. Dle tabulky 8 “Porovnání obsazení linky” je navíc zřejmé, že přes navýšení capacity ze 160ks za směnu na 200ks za směnu, zůstane potřebný počet operátorů stejný.

Č. operace	Pracovní operace	Počet op. současný stav	Počet op. budoucí stav
+	Handler - Profily	-	1.0
1	Řezání profilů	2.0	1.0
2	Kontrola profilů "PQS"	1.0	1.0
+	Handler - látky	-	1.0
3	Příprava látek	3.0	3.0
4	Řezání látek	1.0	1.0
5	Lepení plastu na látku	1.0	1.0
6	Nasazování profilů na látku	1.5	1.0
7	Přípravná kompletace	0.5	0.5
8	Kompletace + kontrolní stojan Tensioned	2.0	2.0
9	Příprava komponentů CL	0.5	0.5
10	Příprava šňůr CL	1.0	1.0
11	Provlékání šňůr CL	2.0	2.0
12	Kontrolní stojan CL	2.0	2.0
13	Lepení plastu na látku CHR	1.0	1.0
14	Nasazování profilů na látku CHR	1.0	0.5
15	Příprava komponentů CHR	0.5	0.5
16	Provlékání šňůr CHR	2.5	2.5
17	Kontrolní stojan CHR	1.5	1.5
18	Balení do fólie	1.0	1.0
19	Balení do kartonu	2.0	2.0
		27.0	27.0

Tabulka 8: Porovnání obsazení linky

4. FIFO (“First In First Out”):

Mapování nám ukázalo, že nejsnazším způsobem řízení mezioperačních zásob bude metoda FIFO. Vyhnete se rizikům spojeným s rychlým snížením mezioperačních zásob na “One piece flow”. V první fázi musíme zejména stabilizovat procesy, které dosud byli úzkými místy. Proto u většiny pracovních operací navrhujeme řízení mezioperační zásob metodou FIFO (viz příloha 6 “VSM budoucího stavu”). Mezioperační zásoby pak budeme s nižovat v závislosti na úspěchu při stabilizaci výrobního toku.

5. Řízení mezioperačních zásob tlakem (“Supermarket”):

Protože na analyzovaném oddělení (a celkově v HDK) vyrábíme na zakázku. Proto metodu řízení tlakem pro řízení mezioperačních zásob nevyužijeme. Chceme však použít metodu “Kanban” pro řízení zásobování ze skladu do výrobních skladů.

6. Plánování výroby na jedno místo výrobního procesu:

Na oddělení Plisseé byla sekvence výroby řízena plánem na dvou pracovních operacích (příprava látek, řezání profilů). Při řízení plánu pro více pracovních operací hrozí riziko zvýšených mezioperačních zásob, složitějšího párování zakázek na procesech, kde se výrobní process sbíhá. V návrhu budoucího stavu navrhujeme plánovat na operaci přípravy látek. Důvodem je vyšší riziko pozastavení zakázky z důvodu chybějící látky (o vhodných rozměrech bez kazů), než je tomu u profilů.

7. Definice intervalu pro plánování výroby jednotlivých produktových skupin:

Interval pro plánování navrhujeme o délce jedné hodiny, dávku o velikosti 5 ks tak, aby bylo co nejsnazší rozdělení dávek do zvolených intervalů. Návrh dávkování pro ranní i odpolední směnu naleznete na obr. 47 “Plánování výroby dle produktové skupiny”.

Oddělení:		Plisseé					
Interval	Cord Lock (ks)	Tensioned (ks)	CHR (ks)	EOS s motorem (ks)	RW + Specials (ks)		
6.00 - 7.00	10	5	5	0	4	Ranní směna	
7.00 - 8.00	10	10	8	0	0		
8.00 - 9.00	5	10	12	0	0		
9.00 - 10.00	10	5	5	5	0		
10.30 - 11.00	5	5	5	0	0		
11.00 - 12.00	10	10	6	0	0		
12.00 - 13.00	10	10	6	0	0		
13.00 - 14.15	10	5	13	5	0		
Ranní směna celkem:	70	60	60	10	4		204
Oddělení:		Plisseé					
Interval	Cord Lock (ks)	Tensioned (ks)	CHR (ks)	EOS s motorem (ks)	RW + Specials (ks)		
14.15 - 15.15	10	5	5	0	4	Odpolední směna	
15.15 - 16.15	10	10	8	0	0		
16.15 - 17.15	5	10	12	0	0		
17.15 - 18.15	10	5	5	5	0		
18.45 - 19.15	5	5	5	0	0		
19.15 - 20.15	10	10	6	0	0		
20.15 - 21.15	10	10	6	0	0		
21.15 - 22.30	8	5	10	5	0		
Odpolední směna celkem:	68	60	57	10	4		199

Obr. 47: Plánování výroby dle produktové skupiny

8. Kontrolní místo:

Navrhujeme kontrolovat plnění plánu na třech pracovních operacích:

- Příprava látek:

Plnění plánu na operaci přípravy látek bude sledováno přípravářem zakázek. Bude kontrolován odběr zakázek z plánovacího boxu (zda je odběr v souladu s plánem).

- Kontrolní stojany:

Plnění plánu dle produktové skupiny na kontrolním stojanu bude nadále kontrolováno pomocí sledování elektronického výstupu ze systému na obrazovce umístěné ve výrobě. Zde je na základě načítání čárových kódů dokončených výrobků operátorem zobrazován výkon výrobní linky „on-line“.

- Balení:

Plnění plánu dle produktové skupiny na balení bude nadále kontrolováno pomocí sledování elektronického výstupu ze systému na obrazovce umístěné ve výrobě (stejně jako u kontrolních stojanů).

6.4.3 Mapa hodnotového toku budoucího stavu

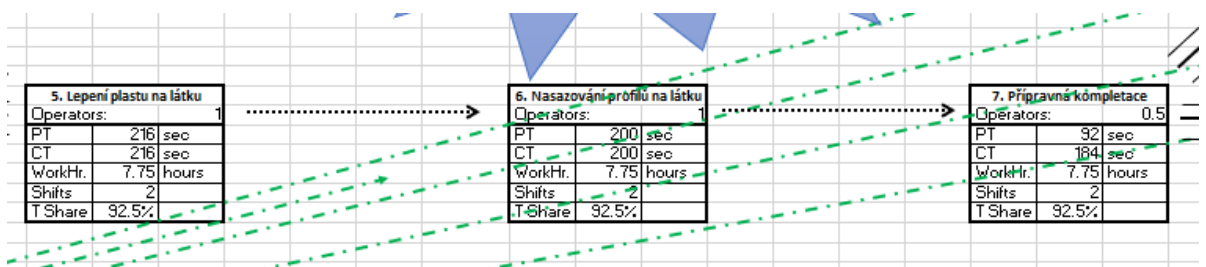
V této kapitole popíšu podstatné informace zobrazené ve VSM současného stavu (viz příloha 5 „VSM současného stavu“), kterou jsme vytvořili na základě analýzy současného stavu, a která zobrazuje podstatné informace o současné struktuře výrobní linky.

V horní části VSM současného stavu je zobrazena tabulka s detaily týkajícími se požadované a současné kapacity (podobně jako u mapy současného stavu, viz obrázek 37 „Přehled základních parametrů výrobní linky“). Lze zde vidět požadovanou kapacitu na základě zákaznické poptávky (celkový počet výrobků za den a za směnu, počet výrobků za den a za směnu dle mapovaných produktových skupin). Pod tabulkou jsou zobrazeny informace o požadované kapacitě výrobní linky, počtu operátorů za směnu, požadovaném taktu ve vteřinách za kus (dle požadované kapacity), současném taktu výrobní linky.

Navržená opatření:

- Výroba bude nově plánována pouze na operaci “Příprava látek”. Dříve byla plánována na operace “Příprava látek”, “Řezání profilů”. Zakázky budou plánovány v dávkách po pěti kusech (dávka bude vždy obsahovat zakázky pouze z jedné produktové skupiny). Rozvržení se bude řídit definovanými intervaly (viz. obr. 47 “Plánování výroby dle produktové skupiny”).
- Mezioperační zásoby budou řízeny dle metody FIFO (vyjma výjimek níže). Budou tedy definovány max. mezioperační zásoby mezi jednotlivými operacemi a zajištěno dodržování pořadí výroby (“First In, First Out”).
 - Výjimky v řízení mezioperačních zásob:

Průběžná výroba (“One piece flow”) bude nadále probíhat mezi operacemi “Řezání profilů” a “Kontrola profile PQS” a nově mezi operacemi “Lepení plastu na látku”, “Nasazování profilů na látku”, “Přípravná kompletace” (viz obr. 48 “Zobrazení “One piece flow””).



Obr. 48: Zobrazení “One piece flow”

- Zavedení systému “Kanban” pro vychystávání materiálu směrem ze skladu na pracoviště. Přínosem bude nejen eliminace ztrát na pracovištích při čekání na chybějící materiál, ale zjednodušení fasování materiálu skladníky do výroby (dosud docházejí do výroby také mimo oficiální intervaly na vyžádání výroby, kvůli nutnosti doplnění chybějícího materiálu).
- Opatření spojená s balancováním linky popsaná v kapitole “6.4.2 Příprava návrhu VSM budoucího stavu”.

7 Závěr

Pomocí analýzy současného stavu a návrhu budoucího stavu metodou VSM jsme nastínili potenciál výrobní linky na oddělení výroby Plisseé. Výsledky analýzy ukazují, že po implementaci navržených opatření lze na lince vyrobit požadovaných 400 ks/den ve dvou směnách, při zachování stejného počtu operátorů.

Na realizaci navržených opatření nebude třeba žádných výrazných investic. Optimalizace pracovišť bude zajištěna interními pracovníky (operátory a mechaniky pod vedením procesního inženýra) na plánovaných "přesčasech", případně o víkendech (jde o drobné změny). Tím se zároveň vyhneme potřebě přerušení výrobního procesu v období vysokých vstupů zakázek, které na oddělení právě probíhá.

Výpočet úspory:

Z obr. 49 "Výpočet úspory" je patrné, že při navýšení capacity o 40ks za směnu, uspoříme v průměru 15,7min. na výrobu jednoho kusu výrobku. Při nákladech 170kč za hodinu práce je pak denní finanční úspora při plném vytížení linky ve dvou směnách (400ks za den) rovna částce 17 786kč.

	Počet operátorů v jedné směně	Kapacita (Ks/směna)	Efektivita (min/ks)
Současný stav	27.0	160	78.5
Budoucí stav	27.0	200	62.8
	Časová úspora (min/ks):		15.7
	Cena práce (kč/h):		170.00
	Finanční úspora (kč/ks):		44.47
	Denní úspora (kč/400ks):		17,786.25

Obr. 49: Výpočet úspory

8 Seznam obrázků

- Obr. 1: Příklad zobrazení dat o pracovních operacích
- Obr. 2: Znázornění výsledného výrobního času a „lead time“
- Obr. 3: Znázornění principu průběžného toku
- Obr. 4: Příklad plánovací tabule
- Obr. 5: Mapa světa s pobočkami HUNTER DOUGLAS
- Obr. 6: Layout firmy HD Kadaň
- Obr. 7: Ukázka rolety
- Obr. 8: Ukázka venkovní a vnitřní žaluzie
- Obr. 9: Ukázka dřevěných žaluzií
- Obr. 10: Ukázka římských rolet
- Obr. 11: Ukázka sítí proti hmyzu
- Obr. 12: Ukázka plisované rolety a duetových látek
- Obr. 13: Typy plisovaných rolet
- Obr. 14: Základní profil EOS20
- Obr. 15: Základní profil CHR25/32
- Obr. 16: Základní profil CHR64
- Obr. 17: Modely Cord Lock
- Obr. 18: Modely Bedingriff (= Tensioned)
- Obr. 19: Speciální modely a rolety do třešních oken
- Obr. 20: Typy látek
- Obr. 21: Schéma výrobního procesu oddělení Plisseé
- Obr. 22: Pracoviště přípravy látek
- Obr. 23: Pracoviště řezání profilů
- Obr. 24: Pracoviště řezání látek
- Obr. 25: Proces lepení plastu na látku
- Obr. 26: Proces nasazování profilů na látku
- Obr. 27: Pracoviště přípravy komponentů
- Obr. 28: Pracoviště přípravy šňůr
- Obr. 29: Pracoviště montáže rolet
- Obr. 30: Pracoviště kontroly na stojanu
- Obr. 31: Pracoviště balení do fólie
- Obr. 32: Pracoviště balení do kartonu
- Obr. 33: Podíl skupin na celkové produkci
- Obr. 34: Podíl produkce jednotlivých typů ve skupině Cord Lock za 2. pol. 2017
- Obr. 35: Podíl produkce jednotlivých typů ve skupině CHR za 2. pol. 2017
- Obr. 36: Podíl produkce jednotlivých typů ve skupině Tensioned za 2. pol. 2017
- Obr. 37: Přehled základních parametrů výrobní linky
- Obr. 38: Popis pracovní operace
- Obr. 39: Časové osy
- Obr. 40: Součty časových os
- Obr. 41: Balancování Tensioned – současný stav
- Obr. 42: Balancování Cord Lock – současný stav
- Obr. 43: Balancování CHR – současný stav
- Obr. 44: Balancování Tensioned – budoucí stav
- Obr. 45: Balancování Cord Lock – budoucí stav
- Obr. 46: Balancování CHR – budoucí stav
- Obr. 47: Plánování výroby dle produktové skupiny
- Obr. 48: Zobrazení “One piece flow”
- Obr. 49: Výpočet úspory

9 Seznam tabulek

- Tabulka 1: Příklad rozdělení výrobků do skupin
- Tabulka 2: Plán prací
- Tabulka 3: Podklad pro měření
- Tabulka 4: Výpočet průměrného času operace Provlákání šňůr CL
- Tabulka 5: Výsledky měření
- Tabulka 6: Přehled symbolů VSM současného stavu
- Tabulka 7: Přehled symbolů VSM budoucího stavu
- Tabulka 8: Porovnání obsazení linky

10 Přílohy

- Příloha 1: Mapa současného stavu – příklad
- Příloha 2: Mapa budoucího stavu – příklad
- Příloha 3: Plán prací
- Příloha 4: Plisseé-Výpočet vzorku
- Příloha 5: VSM současného stavu
- Příloha 6: VSM budoucího stavu

11 Použitá a doporučená literatura

- [1] Dirk van Goubergen, Green belt in Lean - training manual, 2010, Van Goubergen P&M
- [2] Eliyahu M. Goldratt a Jeff Cox, Cíl, 2016, InterQuality, ISBN 9788090541405
- [3] Kevin J. Duggan, Creating Mixed Model Value Streams, 2012 CRC Press, ISBN 978-1-56327-280-6
- [4] Alena Svozilová, Zlepšování podnikových procesů, 2011 Grada, ISBN 978-80-247-3938-0