

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Řízení materiálových toků ve vybrané společnosti

Bc. Pavlína Janáková

Diplomová práce
2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavlína Janáková**
Osobní číslo: **D16812**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Řízení materiálových toků ve vybrané společnosti**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Teoretické aspekty řízení materiálových toků
2. Analýza stávajícího způsobu řízení materiálových toků ve vybrané společnosti
3. Návrhy na zlepšení v oblasti řízení materiálových toků
4. Zhodnocení navržených opatření

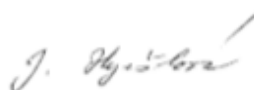
Závěr

Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucí/ho
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky
Datum zadání diplomové práce: 30. listopadu 2016
Termín odevzdání diplomové práce: 17. května 2019


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaroslava Hyřilová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 17. 5. 2019

Bc. Pavlína Janáková

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce doc. Ing. Ivovi Drahotskému, Ph.D., za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce.

ANOTACE

Práce je zaměřena na optimalizaci materiálového toku, redukcí výše inventurních rozdílů a snížení vyšrotovaných kusů ve vybrané Společnosti. Jsou zde představeny teoretické pojmy týkající se daného tématu problematiky materiálových toků. Práce dále seznamuje s vybranou Společností, kde byla provedena analýza stávajícího stavu pracovních postupů a materiálového toku u výroby palivového senzoru. Cílem práce je návrh na zefektivnění pracovních postupů a optimalizaci spotřeby materiálů prostřednictvím úpravy pracovních postupů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Materiálový tok, pracovní postup, logistika, šrotace

TITLE

Management of material flows in the selected company

ANNOTATION

The thesis is focused on optimization of material flow, reduction of inventory differences and reduction of material scrap in the selected company. There are presented theoretical concepts related to the topic of material flows. The thesis also introduces the selected company, where an analysis of the current state of work procedures and material flow in the production of fuel sensor was performed. The aim of the thesis is to make workflows more efficient and to optimize material consumption through workflow adjustments.

KEYWORDS

Material flow, workflow, logistics, scrapping

OBSAH

ÚVOD	9
1 TEORETICKÉ ASPEKTY ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ	10
1.1 Základní pojmy	10
1.1.1 Logistika.....	10
1.1.2 Výrobní proces a jeho členění.....	11
1.1.3 Logistika výrobního procesu.....	14
1.1.4 Materiálový tok	14
1.1.5 Zásoby a zásobování	14
1.1.6 Pracovní postup.....	16
1.1.7 Automatické šrotování kusů.....	16
1.1.8 SAP	16
1.1.9 MES	18
1.2 Metody řízení zásob	18
1.2.1 Rychlost a doba obratu zásob.....	19
1.2.2 Kanban	19
1.2.3 Metoda Just-in-time	20
1.2.4 Analýza ABC	21
2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO ZPŮSOBU ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI.....	23
2.1 Společnost	23
2.1.1 Vize Společnosti.....	23
2.1.2 Zákazníci Společnosti	24
2.2 Zásoby a jejich plánování.....	24
2.2.1 Plánování zásob.....	25
2.2.2 Skladování zásob.....	27
2.2.3 Spotřeba zásob	28
2.2.4 Skladování hotových výrobků a jejich expedice	29
2.3 Aktuální stav materiálového toku	30
2.3.1 Výrobek GEN3.....	30
2.3.2 Pracovní postup výrobku GEN3	34

3	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ V OBLASTI ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ	49
3.1	Varianty optimalizace materiálového toku	50
3.1.1	Návrh na zlepšení šrotování	50
3.1.2	Změna pracovního postupu verze A.....	53
3.1.3	Změna pracovního postupu verze B.....	53
3.1.4	Změna pracovního postupu verze C.....	55
3.2	Podrobný popis navrženého opatření	56
3.2.1	Pracovní postup verze C.....	57
3.2.2	Implementace	62
4	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ	66
4.1	Zhodnocení změny ve šrotování	66
4.2	Zhodnocení změny pracovního postupu	67
	ZÁVĚR	69
	POUŽITÁ LITERATURA.....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM ZKRATEK.....	72

ÚVOD

V automobilovém průmyslu jsou kladeny jedny z nejvyšších nároků na znalosti ve všech oborech. Jedním z nejdůležitějších požadavků, kladených v automobilovém průmyslu je kvalita, spolehlivost a rychlost výroby. Logistika, jako jeden z hlavních oborů je nezbytná pro správně fungující podnik, který je schopen konkurenceschopnosti. Správným nastavením materiálových toků lze předcházet diferencím v zásobách, prodlevám v zásobování a samotné orientaci ve výrobním procesu.

Tato práce se zabývá problematikou řízení materiálových toků v konkrétní vybrané společnosti. Největším problémem ve vybrané společnosti jsou vysoké inventární rozdíly a s tím spojená netransparentnost materiálového toku, při jejich hledání. Samotné inventurní rozdíly současně i zvyšují riziko ohrožení plynulosti v sériové výrobě.

Požadavky kladené ze strany společnosti jsou zpřehlednění výrobního toku, vznik nových polotovarů, při zachování délky výrobního taktu a snížení množství inventurních rozdílů. Jedním z dalších požadavků je snížení hodnoty vyřetovaných kusů a jednodušší identifikace místa v procesu a důvodů vzniku problémů.

Vzhledem k požadavkům vedení vybrané společnosti byla sestavena systematická analýza stávajícího stavu materiálového toku a jeho nedostatků u konkrétního projektu. Zároveň byla provedena detailní analýza pracovního postupu, vyhodnoceny nepřehledné oblasti a poté navržena optimalizační opatření. Tato opatření byla vedením společnosti a jednotlivými odděleními zhodnocena a následně vybráno jedno, které bylo ve vybrané společnosti implementováno.

Na závěr byla detailněji představena přijatá navržená opatření a vyhodnocena jejich úspěšnost v ostrém provozu. Zhodnocena požadovaná kritéria vedením společnosti a splnění jejich požadavků, společně se seznámením výhod nového pracovního postupu.

1 TEORETICKÉ ASPEKTY ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ

V této kapitole budou vysvětleny základní pojmy týkající se problematiky řízení materiálových toků, výrobní logistiky a problematiky tvorby pracovních postupů tak, abychom získali teoretický přehled pro tuto diplomovou práci.

1.1 Základní pojmy

Pro pochopení dané problematiky je důležité vysvětlit základní pojmy související s problematikou řízení materiálových toků. V této části dojde k vysvětlení základní terminologie, která je dále použita v diplomové práci.

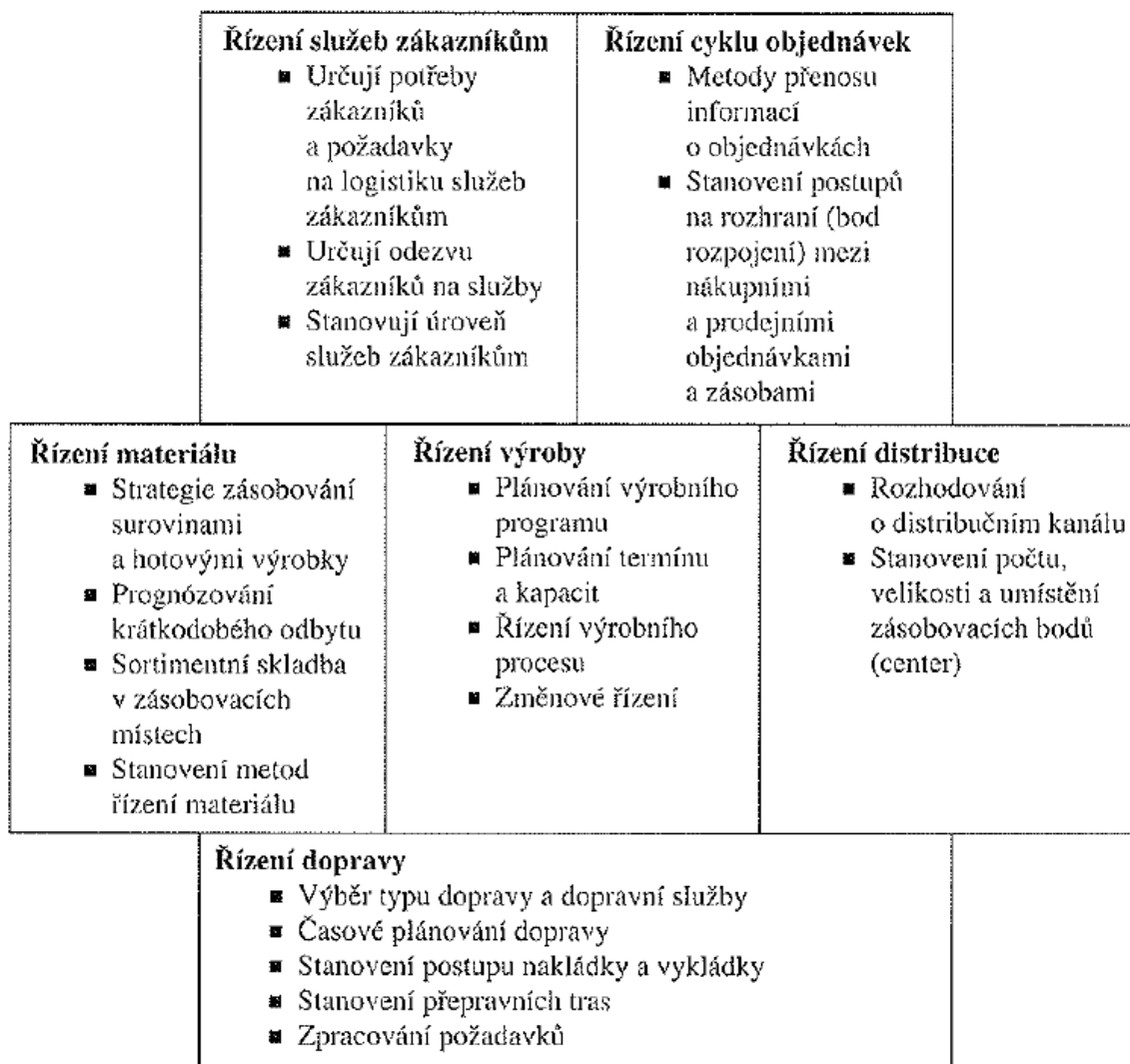
1.1.1 Logistika

Jak uvádí Vávrová (2007) ve své publikaci, logistika je pojem, který byl využíván již ve vojenství. V osmdesátých letech se tento pojem stal již oblíbeným a mnohoznačným. Identifikace tohoto pojmu je tedy obtížně vysvětlitelná, jelikož se liší dle různých autorů. Někteří autoři zahrnují do tohoto pojmu i celý výrobní proces, včetně fáze plánování a zásobování včetně nákupu. Avšak v této publikaci se logistikou myslí integrované plánování, formování, provádění a kontrolování hmotných a informačních toků začínajících u dodavatele podniku, toky uvnitř podniku a následný tok z podniku k odběrateli. Objektem logistiky je především materiál a všechny jeho formy, tedy výrobní materiál, provozní a pomocný materiál, jeho subdodávky, ale i náhradní díly. Za objekty jsou považovány i hotové výrobky a polotovary.

Logistika podle Štůska (2007) znamená strategické řízení účinnosti hmotného toku surovin tak, aby byl dodržen cíl časový, místní a všechny požadavky kladené zákazníkem. Logistické aktivity rozdělujeme na klíčové a podpůrné, kde klíčovými jsou myšleny ty aktivity, které jsou realizovány v každém logistickém řetězci (služby zákazníkům, cykly objednávek, řízení zásob, výroby, distribuce a dopravy), naproti tomu podpůrné aktivity jsou ty aktivity, které se realizují podle okolností.

Souhrn klíčových aktivit zobrazených na obrázku číslo 1, kde jsou aktivity rozděleny do šesti skupin (služby zákazníkům, cyklus objednávek, řízení materiálu, výroby, distribuce a dopravy).

Jak můžeme vidět na obrázku číslo 1, kategorie řízení materiálu obsahuje činnosti, kterými jsou strategie zásobování surovinami, prognózování krátkodobého odbytu, sortimentní skladba v zásobovacích místech a stanovení metod řízení materiálu.



Obrázek 1 Klíčové aktivity logistiky (Štůsek, 2007)

1.1.2 Výrobní proces a jeho členění

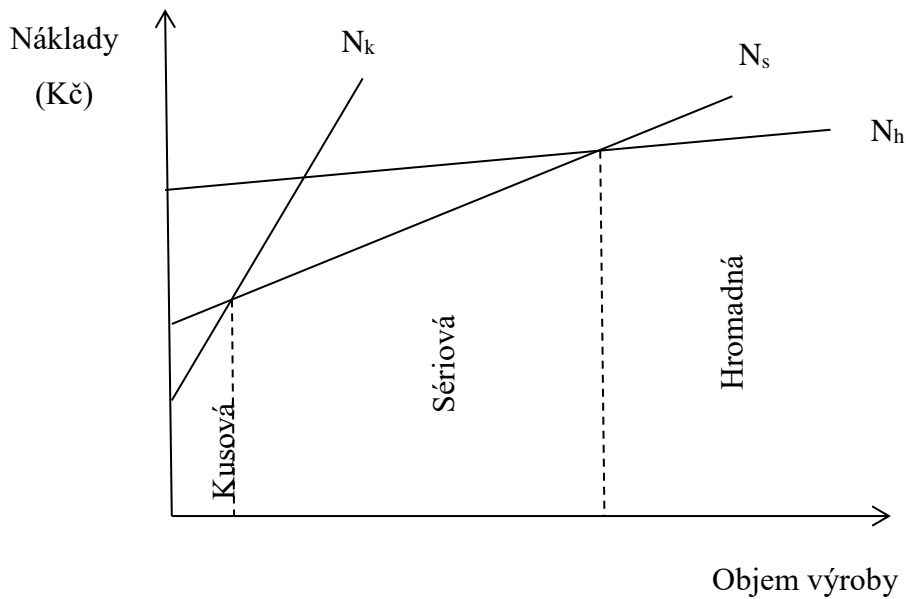
Výrobní proces Jurová (2016) nazývá prostředkem k uspokojení potřeb, který vytváří věcné statky a služby, kde účelně kombinujeme faktory, díky kterým vytváří věcné výkony či služby. Tento hodnotový řetěz je orientován na zákazníka, uskutečňován podnikovým systémem výroby. Tento výrobní proces se liší dle firem, je ovlivněn mechanizací a automatizací dané společnosti, složitostí postupů a rozsahem výroby.

Výrobní proces je možno rozdělovat dle plynulosti, a to na výrobu plynulou a výrobu přerušovanou. Dále je možné výrobu členit z hlediska počtu vyrobených kusů, a to na výrobu kusovou, sériovou a hromadnou.

Jak ve své publikaci uvádí Heřman (2001), za **plynulou výrobu** lze považovat výrobu, která není přerušovaná, ani pokud jsou dny pracovního klidu. Tato nepřetržitost výrobního procesu je dána tím, že případné zastavení a následný rozběh výroby by představoval vysoké náklady. Vedle toho **přerušovaná výroba** je výroba, kde dochází k zastavení výroby, její proces je totiž složitější než u plynulé výroby, což je způsobeno například různorodostí operací nebo počtu vyráběných výrobků. Technologický proces je možno znovu spustit bez vysokých nákladů, jelikož je potřeba uskutečnit pouze některé netechnologické úkony, kterými jsou například doprava materiálu nebo výměna nějakého dílu ve stanici.

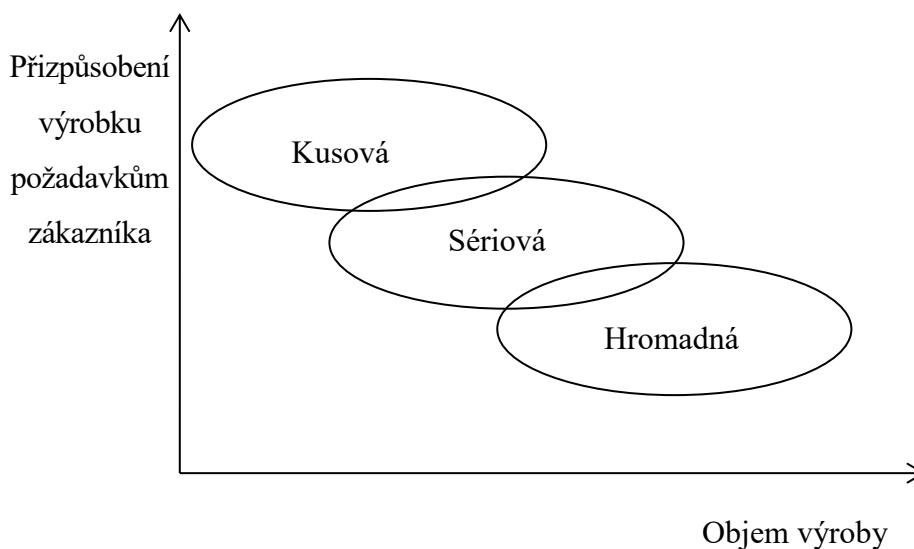
Keřkovský a Drdla (2003) rozdělují výrobu na kusovou, sériovou a hromadnou. **Kusová výroba** je typická tím, že se vyrábí pouze malé množství. Do kusové výroby řadíme i zakázkovou výrobu, která je uskutečňována pouze na přání našeho zákazníka, kdy jsou výrobky vyráběny podle jeho konkrétních požadavků. Počet druhů u kusové výroby bývá velký, kde se buď výroba jednotlivého typu opakuje, což je tzv. opakovaná výroba, nebo v případě, že se kusová výroba neopakuje, neopakovatelnou. Pokud vyrábíme v dávkách neboli sériích, jedná se o **výrobu sériovou**, což znamená, že po vyrobení jedné série přecházíme na jinou sérii výroby. Sériovou výrobu je možné rozdělit na rytmickou a nerytmickou, což rozlišujeme podle toho, zdali sérii opakujeme v nějakých pravidelných, stejně velikých intervalech. Další výrobou je **výroba hromadná**, pro tuto výrobu je typické to, že máme buď malý počet druhů výrobků nebo velké množství od jednoho druhu výrobku. Za hromadnou výrobu považujeme vysoce standardizované výrobky a spotřební zboží pro hromadnou spotřebu, například papírové kapesníky, či šroubky.

Z pohledu nákladů u výše zmíněných druhů výrob můžeme předpokládat, že kusová výroba je z pohledu variabilních nákladů velice nákladná, jelikož variabilní náklady mají strmou stoupající tendenci, naopak fixní jsou relativně nízké, avšak celkové náklady N_k , jak je možné vidět na obrázku 2, jsou v porovnání s celkovými náklady sériové výroby velice strmé. Druhým extrémem jsou náklady hromadné výroby, kde máme naopak vysoké fixní náklady a nízké variabilní, a tím i celkové náklady mají charakter stoupání mírný.



Obrázek 2 Struktura nákladů v závislosti na objemu kusové, sériové a hromadné výroby (Keřkovský, 2009)

Jak můžeme spatřit na dalším obrázku číslo 3, který nám ukazuje, jaká je schopnost přizpůsobení se na požadavky zákazníka, je zřetelné, že u kusové výroby, ale také zakázkové výroby je přizpůsobení nejvyšší. Naopak u hromadné výroby je schopnost se přizpůsobit nejnižší. Míra přizpůsobení je tedy velice závislá na objemu výroby, kde ve velkém objemu výroby již není tolik prostoru na přizpůsobování se zákazníkům. Jako tomu bylo i u výše uvedených nákladů i tady je sériová výroba na středu.



Obrázek 3 Možnost přizpůsobení výrobku individuálním požadavkům zákazníka v jednotlivých typech výroby (Keřkovský, 2009)

1.1.3 Logistika výrobního procesu

Jurová (2016) uvádí, že logistikou výrobního procesu se rozumí řízení materiálových toků uvnitř podniku, kde tyto materiálové toky musí být přehledné, bez vracení a křížení, nejlépe co nejkratší a přímočaré. Tyto materiálové toky můžeme vyjádřit směrem, intenzitou a frekvencí.

Jde především o dohled nad materiálovým tokem, jak systémově, tak fyzicky. Materiálová logistika dohlíží na správný systém vyskladňování, odepisování materiálu a správnost pracovních postupů, nastavuje data v systému, kontroluje šrotování kusů. Výrobní logistika také manuálně zasahuje do účetního systému, kde se provádí manuální úpravy v pracovních postupech, manuální odepisování kusů, provádění permanentních a celozávodních inventur a také následné dohledávání inventurních rozdílů, které vznikají především špatným nastavením systému, či špatnými manuálními úpravami.

1.1.4 Materiálový tok

Termín řízení materiálových toků je dle Wagnera a Enzlera (2005) definován jako široké spektrum metod a přístupů. Řízení materiálových toků se obecně týká analýzy a specifické optimalizace materiálu. Můžeme se zaměřit na různé odlišné úrovně při definování systému pro tok materiálu. Jde o efektivní řízení hmotných systémů s cílem vyplývajícím z ekonomického i sociálního aspektu. Tyto cíle jsou stanoveny na úrovni jednotlivých společností v rámci řetězce, v němž jsou zainteresované společnosti zapojeny. Tok můžeme rozdělit na vnitřní a vnější materiálový, kde se vnitřní materiálový tok týká pouze pohybu materiálu či látek pouze uvnitř společnosti. Naproti tomu vnější materiálový tok popisuje cestu materiálu mezi jednotlivými společnostmi s přidanými hodnotami. Životní cyklus výrobku tvoří vstupující materiál neboli surový materiál, samotná výroba, či zpracování materiálu, distribuce, jeho využití a následná spotřeba.

1.1.5 Zásoby a zásobování

Zásoby je možno členit dle různých kategorií. Jak uvádí Kožená (2007), pokud budeme nahlížet na zásoby z pohledu stupně zpracování, hovoříme pak o **materiálu**, což jsou surové suroviny, základní materiál, náhradní díly i vratné obaly. Druhou kategorií jsou **zásoby vlastní výroby**, například polotovary, nedokončená výroba, hotové výrobky. Posledním typem v tomto členění je samotné **zboží**, což jsou takové věci, které podnik pořizuje za účelem dalšího prodeje.

Z pohledu logistického řetězce rozdělujeme zásoby na:

- **Obrátková zásoba** – zásoba, která zajišťuje předpokládanou spotřebu mezi jednotlivými dodávkami, které jsou po sobě jdoucí. Poloviční výše dávky je průměrnou zásobou, která se mění v čase.
- **Pojistná zásoba** – zásoba, která tvoří zásobu v případě výkyvů v poptávce, tato zásoba se v čase nemění. Měla by zabezpečit plynulost průběhu výroby.
- **Zásoba na předzásobení** – zásoba, která se tvoří pro zabezpečení vykrytí větších výkyvů, například při sezónních výkyvech, či spotřebě materiálů na vstupu.
- **Průměrná zásoba** – zásoba, kterou používáme pro sledování a analýzu vázanosti prostředků v zásobách, která je v tom nejlepším případě rovna aritmetickému průměru denního stavu fyzické zásoby.
- **Zásoba okamžitá** – zásoba, která je skutečným stavem momentálně ve skladě, dispoziční zásobou zmenšenou o již uplatněné požadavky na výdej zásob, či bilanční zásobou neboli zásobou zvýšenou o nevyřízené, ale potvrzené výdeje dodávek.

Zásoby nám v podniku způsobují jak pozitivní, tak ale i negativní význam, jak uvádí Hýblová (2006) ve své publikaci. Zásoby váží kapitál, který v nich máme uchován, nese s sebou riziko, že bude znehodnocen, nepoužitelný nebo dokonce neprodejný. Zásoby nám spotřebovávají prostředky a práci. Snažíme se tedy minimalizovat časy, kdy zásoby nevyužíváme, zároveň však omezit procesy, kdy zásoby nejsou v nečinnosti, ale ani nezvyšují svou hodnotu, už takhle jsou pro nás velkou investicí. Na druhou stranu však nemají pouze negativní význam, zásoby nám pomáhají řešit místní, časový i kapacitní nesoulad mezi potřebou a výrobou, neboť nám zajišťují plynulost výrobního procesu. Proces zásobování patří mezi nejdůležitější aktivity v podniku. Slouží pro zajištění hmotných i nehmotných výrobních činitelů potřebných k činnostem v podniku.

1.1.6 Pracovní postup

Pracovní postup společnosti umožňuje používat a řídit strukturované výrobní procesy. Jednou z důležitých vlastností pracovního postupu je, že ve srovnání s klasickými informačními systémy je možné operativně měnit výrobní proces, čímž je možné velice rychle reagovat na požadavky obchodu, či přizpůsobení výrobního procesu. Lze vyměnit, kombinovat úkoly nebo přeskupovat třídy zdrojů. Proto je zajímavé zkoumat, jak můžeme zlepšit pracovní postup, který systém řídí. Zlepšení ovlivňují kritéria výkonu, jako jsou doby dokončení, využití kapacity, úroveň služby a flexibilita. (Aalst, Hee, 2004)

1.1.7 Automatické šrotování kusů

Šrotování je pro každého asi jednoduchý pojem, kde ve své podstatě jde o odepsání kusů, které jsou takzvanými zmetky neboli kusy, které jsou již dále nepoužitelné. Kusy materiálu, či polotovaru, které nesplňují kritéria pro další výrobu, či mají nějaký kvalitativní problém, jak funkční nebo také zjevnou vadu. Jsou to kusy materiálu, polotovaru, které je potřeba vyšrotovat, jak fyzicky, ale také systémově. Pokud bychom kusy šrotovali systémově manuálně, jednalo by se o manuální šrotaci, kde je závislost na lidském faktoru, že tyto špatné kusy odepíše z evidence. Naproti tomuto postupu se přechází k automatické šrotaci, kde stanice, která vyhodnotí kus jako špatný, mu v systému přiřadí kategorii „scrap“, která se následně připiše do systému a kus je poté vyšrotován automaticky systémem samostatně. Ne všechny kusy je možné takto automaticky šrotovat, některé je potřeba podrobit důkladnější analýze, například oddělením kvality, nebo jsou také vady, které stanice neodhalí sama a je potřeba i nadále provozovat manuální šrotaci pomocí lidského faktoru, například při zjevných vadách.

1.1.8 SAP

(SAP ČR, 2019) Jednou z největších společností na světě je právě společnost SAP, mezi další největší společnosti pak patří například Microsoft, IBM a Oracle. Společnost SAP je dále jedním z největších dodavatelů softwarových databází pro informační systémy v podnicích typů Business-to-Business (B2B). Na našem trhu působí již od roku 1992, má přes více jak 85 tisíc zákazníků po celém světě. Mezi zákazníky patří především finanční instituce, podniky a organizace státní správy a samosprávy. Produkty, které nabízí, patří především do oblasti informačních systémů, díky kterým integrují a automatizují obrovské množství procesů, které souvisí především s produkční a účetní činností podniku. Mezi tyto činnosti patří například výrobní činnost, logistika, účetnictví a fakturace.

Výhodami tohoto systému jsou efektivnější a rychlejší ekonomické procesy, díky kterým dochází k centralizaci dat do jednoho systému. Díky centralizaci dat jsme schopni tvořit výstupy pro management poměrně rychle. Dochází pak ke snížení chybovosti, dlouhodobějším úsporám z pohledu investování do informačních systémů, společně s hardwarem. Systém je podporován i z pohledu vedení účetnictví podle mezinárodních standardů.

SAP R/3 patří k jednomu z nejznámějších produktů společnosti SAP, je složen z následujících modulů, které tvoří logické celky, rozdělené dle oddělení a funkčních odvětví.

Vybrané nejpoužívanější moduly:

- FICO module (Finance, účetnictví a kontroling)
- MM module (Správa materiálových toků)
- SD module (Prodej a distribuce)
- HR module (Lidské zdroje)
- PP module (Plánování výroby)
- PS module (Dlouhodobé investice a projekty)
- FSCM module (Finanční řízení dodavatelských operací – fakturace)
- PM module (Správa závodu)
- QM module (Kvalita)

1.1.9 MES

(Kletti, 2007) MES (Manufacturing execution system), neboli výrobní informační systém, který tvoří komunikaci mezi podnikovými informačními systémy. Napomáhá automatizaci technologických procesů, tvoří mezičlánek mezi informačním softwarem stanic a například SAP R/3 modulem. Spojuje, monitoruje a řídí komplexní výrobní systémy a datové toky ve výrobním procesu. Hlavním cílem MES systému je zajistit efektivní realizaci výrobních operací a zlepšit produkci. MES pomáhá dosáhnout tohoto cíle sledováním a shromažďováním přesných dat v reálném čase o celém životním cyklu výroby, počínaje vydáním zakázky až do finální fáze, kterou je dodávka hotových výrobků. V životním cyklu výrobku můžeme pomocí MES systému sledovat pracovní postupy, životopis každého konkrétního výrobku, flexibilitu a možnosti, jak nejlépe zlepšit podnikové výrobní operace.

Výhody výrobního systému:

- Lepší dodržování předpisů
- Přehlednost dodavatelského řetězce
- Lepší přehlednost materiálového toku
- Flexibilita ke změnám v procesu
- Snížení doby výrobního cyklu
- Eliminace papírování a ručního zadávání dat
- Snížená dodací lhůta objednávek
- Nižší pracovní náklady
- Snížená zásoba materiálu v procesu
- Zvýšené využití stroje
- Zvýšená spokojenost zákazníků

1.2 Metody řízení zásob

V této části kapitoly se zaměříme na některé ukazatele v oblasti řízení zásob. Metod týkajících se řízení zásob je mnoho, liší se použitím, například při použití přímo ve výrobě nebo na druhou stranu použití v obchodním procesu. Některé tyto metody lze použít v obojím, jak výrobním, tak i obchodním procesu.

1.2.1 Rychlost a doba obratu zásob

Rychlost obratu zásob nám udává počet obrátek za období (n_0), za které bylo dosaženo daných tržeb, při roční spotřebě P .

$$n_0 = P / Z_c \text{ (počet obrátek)} \quad (1)$$

Doba obratu zásob vyjadřuje počet dní (t_0), které trvá jedna obrátka. Jinak řečeno je to průměrný počet dní, které jsou zásoby vázány v podniku do doby, než budou spotřebovány, či prodány.

$$t_0 = 360 / n_0 = 360 \times Z_c / P \text{ (dny)} \quad (2)$$

Kde Z_c je průměrná zásoba, kterou můžeme spočítat dle vztahu

$$Z_c = Z_b + Z_p = D / 2 + Z_p, \text{ (ks)} \quad (3)$$

kde index „b“ značí běžnou zásobu, kterou spočítáme jako polovina velikosti dodávky, indexem „p“ je myšlena pojistná zásoba. (Hýblová, 2006)

1.2.2 Kanban

Metoda stálého udržování zásob se nazývá KANBAN. Tato metoda funguje na základě kanbanových štítků, které obsahují informace o tom, že byl materiál spotřebován a je potřeba vyrobit a dodat novou dávku materiálu. Cyklus doplňování je obsažen v signálech, které tento systém zaznamenává. Systém udržuje minimální požadovanou zásobu, díky němu jsme schopni dodávat zboží právě včas.

Postup kanbanu je následující: linka spotřebuje materiál na stanovenou hladinu, vystaví se kanbanový štítek a pošle se na předchozí stanoviště materiálu, na tomto stanovišti je štítek převzat a připraveno požadované množství materiálu, následně materiál dorazí na linku, odkud přišel požadavek a materiál je převzat. Tato komunikace je prováděna pouze elektronicky, pomocí e-kanbanu. Kanban je využívána především v metodě Just-in-time, která je popsána v následující podkapitole. (Sixta a Mačát, 2005)

1.2.3 Metoda Just-in-time

Metoda Just-in-time, nazývána také metodou „právě včas“, pochází ze společnosti Toyota. Metoda, kde hlavní myšlenkou je vyrábět takové výrobky, ve správném čase a množství, které jsou právě poptávány. Podle Sixty a Mačáta (2005) je cílem zajistit spolehlivou logistiku a prodej, při správném naplánování požadovaných výrobků. Jedná se o soubor zásad, technik, které umožňují firmě vyrábět právě v takových dávkách, krátkých dodacích lhůtách a podle potřeb zákazníka, s cílem zajistit flexibilní výrobu, která je schopna okamžitě zareagovat na změnu poptávky.

Můžeme se setkat i s názvem logistické technologie, kde se snažíme optimálně uspořádat jednotlivé operace za účelem minimalizovat náklady spojené s těmito operacemi, avšak maximalizovat logistickou výkonnost systému v podniku.

System fungování JIT z hlediska výrobce můžeme shrnout do třech principů:

Prvním principem je zhotovovat a přepravovat materiály, výrobky a apod. právě tehdy, když jsou díly poptávány. **Druhým** principem je plynulost toku materiálu a všech informací tak, aby vedly ke zvýšení transparentnosti a disciplíny spotřebitelů, dodavatelů. Po uplatnění těchto dvou principů se pak můžeme dostat k **optimalizaci**, ke snížení nákladů, které tvoří celý proces. Dodávky, které jsou synchronizované, vyžadují užší spolupráci s dodavateli a odběrateli, na těchto základech pak vznikají dohody, díky kterým se od jednotlivých dodávek dostáváme k určitému cyklu, který může probíhat v určitých rytmech.

Přínosem této metody jsou například snížení zásob, s nimi plynoucích nákladů, zkrácení doby toku materiálu, vyšší produktivita, zvýšení obrátky zásob, či snížení požadavku na využívání některých skladových prostor.

Metoda Just-in-time může přinášet i negativní aspekty, kterými mohou například být:

- Zhoršení podmínek pro zákazníka – může dojít ke zhoršení podmínek, omezení subdodavatelů, vznik závislosti na velkém počtu dodavatelů.
- Zvýšení míry nejistoty
- Zvýšení kvalitativních požadavků
- Zvýšení požadavků na spolehlivost spolupráce
- Zkracování objednávacích cyklů

- Výrobní plánování daného závodu a plány dodavatelů
- Problémy s dodržением časových plánů
- Rozmístění dodavatelů (Stehlík a Kapoun, 2008)

1.2.4 Analýza ABC

Vilfredo Pareto definoval pravidlo 80/20, znamená to, že 80% bohatství země má v rukou 20% lidí. Pareto vyvrátil myšlenku, že by 50% úsilí vedlo k 50% výsledků, neboli že by polovina vstupů vytvářela 50% výstupů. Z jeho analýzy tedy vyplývá, že neexistuje rovnováha mezi úsilím, které vynakládáme a odměnou, kterou získáváme. Z těchto závěrů můžeme usuzovat, že nemá smysl se zabývat činnostmi, které nepřinášejí takový užitek, ale naopak se spíše zabývat činnostmi s větším efektem.

Analýza, kterou Pareto definuje, můžeme realizovat v následujících krocích:

- Prvním krokem je definice místa, ve kterém bude analýza probíhat. Volba procesu, místa, činnosti, kterou chceme optimalizovat, zvýšit jeho efektivitu. Příkladem pro definici místa mohou být například zákaznické reklamace, administrativní opatření, či problémy ve výrobě.
- Druhým krokem je sběr dat potřebných k analýze, tato získaná data se zapisují do tabulek, následně je třeba si data správně uspořádat. Seřazení může probíhat podle největších výskytů, stanovených vah, či jiných kritérií, která si stanovíme. Hodnoty musí být podle zvoleného kritéria seřazeny od nejvyšších po nejnižší.
- Dalším krokem je Lorenzova křivka, tvořena kumulativními hodnotami, které jsou sečteny z jednotlivých dat. Podle stanoveného kritéria, které nemusí být právě 80/20, ale také pouze odstranění X% neshod, identifikujeme hlavní příčiny. Identifikace probíhá pomocí grafu, kde vyneseme čáru na kumulativní křivku, z ní pak spustíme svislou čáru, která nám právě oddělí ty příčiny, které chceme řešit. Jsou to ty, které tvoří největší podíl na následky.

- Posledním krokem je stanovení nápravných opatření k optimalizaci procesu neboli odstranění těch, které tvoří největší procento ztráty v procesu a povedou k navýšení našich zisků.

Po Paretově analýze můžeme rozčlenit materiálové druhy do tří skupin, označovaných A, B, C. Tyto skupiny jsou tvořeny nejčastěji podle hodnotového rozsahu spotřeby materiálového druhu, kdy materiály označované písmenem A jsou ty, které tvoří velký podíl na spotřebě s malým počtem druhů, skupina B představuje střed mezi kategorií A a C, kdy C představuje skupiny materiálu s malým podílem na spotřebě, ale velkým počtem druhů. Rozdíly mezi těmito skupinami neboli rámce, kdy už spadá daný materiál do další skupiny, si určuje firma sama, neexistuje pevně stanovená hranice pro jednotlivé skupiny.

Paretovu analýzu můžeme využívat především ve skladech, pro skladové plány a jejich produktivitu, optimalizaci provádění manuálních operací pro výběry materiálu. (Sixta a Mačát, 2005)

2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO ZPŮSOBU ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

V této části se budeme zabývat praktickou podstatou daného problému s přihlédnutím k metodám, které byly popsány v první části této práce. V praktické části této diplomové práce se budeme zabývat částečným představením společnosti, zásobám a jejich plánování, zhodnocení stávajícího stavu materiálových toků. Představíme si návrhy na optimalizaci celého výrobního procesu daného výrobku a následnou implementaci navrhovaného řešení. Na závěr si vyhodnotíme úspěšnost implementace navržených optimalizačních změn materiálových toků ve vybrané společnosti (dále jen „Společnost“).

2.1 Společnost

Vzhledem k tomu, že firma nesouhlasila se zveřejněním názvu společnosti a dat, které byly použity v této práci, jsou data zkrácena a název společnosti se zde nebude vyskytovat, pouze pod slovním spojením „Společnost“.

Tato Společnost se zabývá výrobou automobilových součástek ve více než 30 zemích světa. Zaměstnává po celém světě více jak 160 000 zaměstnanců.

Výroba v tomto konkrétním závodě, kde byla provedena analýza materiálových toků, zmíněna v dalších kapitolách, je rozdělena na několik divizí. V této práci se budeme zabývat pouze výrobou vysokotlakých palivových senzorů. Vzhledem k použití těchto výrobků v motorech automobilů je zde kladem velký důraz na kvalitu těchto produktů. Proto je zapotřebí zajistit nejlepší kvalitu jak zásob, tak i správné zásobování a nezaměnitelnost komponent. Výroba těchto senzorů je poloautomatická, tudíž je zapotřebí zásah lidského faktoru a linky nejsou schopny vyrábět bez výrobních operátorů. Velkou roli hrají při výrobě také technologové, kteří mají na starost dané stanice, starají se o správné seřízení stroje a plynulý chod výroby, i za předpokladu toho, že musí držet pohotovosti, jelikož výroba těchto senzorů vyrábí v nepřetržitém režimu.

2.1.1 Vize Společnosti

Hlavními znaky Společnosti jsou čtyři klíčové hodnoty, které společnost upřednostňuje. Těmito hodnotami jsou touha vítězit, svoboda k činům, důvěra a soudržnost. Tyto hodnoty jsou vštěpovány všem zaměstnancům počínaje vstupním školením, pokračující obrazy umístěnými na chodbách areálu a vývěškách na informačních tabulích.

Avšak vizí této společnosti by se dala považovat plná automatizace při použití nejvyšší technologie. Plnou automatizací je myšleno, že výrobní linky budou natolik samostatné, že nebude třeba zásahu lidského faktoru, tudíž nemožnost chyby, nebo například zničení výrobku špatnou manipulací nebo nevhodným zacházením s výrobky, či špatnou montáží. V této společnosti zatím neexistuje linka, která by byla plně automatická a nebylo by potřeba zásahu člověka, i přes to, že je výroba částečně nahrazena kolaborativními roboty, známými také pod názvem Cobot. Firma zaměstnává přes tisíc pět set zaměstnanců, kde zhruba více jak polovina jsou zaměstnanci právě výrobního charakteru, ti ostatní jsou nevýrobní.

Kolaborativní robot se od robota klasického liší právě tím, že tento robot je schopen spolupracovat s člověkem, nemusí být v samostatné místnosti, či kleci, aby neublížil člověku. Tak právě tento kolaborativní robot je navržen tak, že si je „vědom“ přítomnosti pracovníka a pokud se přiblíží nějaké překážce, tak zpomalí, či se rovnou zastaví. Neměl by pak tedy mít možnost způsobit úraz, či smrt člověka. Společnost usilovně pracuje na implementaci těchto cobotů a tím i modernizaci závodu. S touto implementací je pak totiž možné pracovat v nepřetržitém výrobním režimu, jelikož nejsou potřeba povinné přestávky zaměstnanců, problém pak ale nastane, pokud se cobot porouchá a výroba se tím zastaví úplně, avšak to je i tak stále menší čas, než přestávky a dovolené zaměstnanců. S použitím kolaborativních robotů může firma zaměstnávat méně zaměstnanců, s čímž klesají také mzdové náklady. Takže výhody jsou nejen nepřetržitý provoz, ale i nižší variabilní náklady, pouze zvýšení fixních nákladů ve formě odpisů za kolaborativní roboty a vylepšené linky moderními technologiemi, které napomáhají přechodu k těmto cobotům. Ve společnosti se nacházejí ještě zastaralé linky, kde je třeba několik výrobních operátorů obsluhujících montážní linky, ale s příchodem nových výrobních linek se usiluje o modernější technologie a alespoň částečné automatizace linek.

2.1.2 Zákazníci Společnosti

Jak již bylo řečeno v předešlé kapitole, jedná se o společnost produkující automobilové součástky. Tudíž hlavními partnery této společnosti jsou především dodavatelé automobilových společností, zastoupené po celém světě. Avšak produkce přímo k výrobcům automobilů je malá, většinou jsou výrobky distribuovány ještě přes nějaký další subjekt.

2.2 Zásoby a jejich plánování

V této části se zaměříme na zásoby všech různých druhů, jak materiálové, tak polotovary a finální produkty. Rozebereme postup plánování zásob, pořizování a skladování zásob, následnou spotřebu a vývozy hotových produktů, popřípadě skladování finálních výrobků.

Zásoby jsou jednou z nejdůležitějších částí pro každý výrobní podnik, zejména v automobilovém průmyslu se klade velký důraz na pružnost dodávek, také rychlost a spolehlivost zmíněných dodávek. Udržet zásoby na optimální úrovni není tak lehké. Jelikož se jedná o velké finanční prostředky vázané v těchto zásobách, je potřeba předcházet a dobře reagovat na změny požadavků zákazníka, tedy být schopen rychle reagovat na změnu výrobního plánu. Změny ve výrobních plánech se mohou dít i několikrát do týdne.

2.2.1 Plánování zásob

Za plánování zásob ve Společnosti je odpovědné oddělení logistiky. Na rozdíl od většiny větších podniků, kde je plánování a pořizování zásob v popisu práce výhradně disponentů materiálu a plánování výroby v popisu práce výhradně plánovačů výroby, je v závodě Společnosti u některých komplikovanějších výrob jejich funkce kombinovaná. V tomto případě je poté konkrétní logistik odpovědný za komunikaci se zákazníkem, plánování výroby i plánování zásob a objednávky materiálu. A to i za cenu více kontaktních osob na straně Společnosti pro jednoho dodavatele a tím zkomplikování komunikace, neboť benefity získané touto variantou ve zjednodušení a urychlení plánování, kdy odpadá nutnost neustálé komunikace mezi disponentem materiálu a plánovačem výroby, tuto nevýhodu převyšují. V závodech společnosti jsou využívány nejmodernější prověřené způsoby řízení zásob a plánování výroby. Konkrétně kombinace systémů SAP/R3 a SAP/APO a elektronické výměny dat (takzvané EDI – Electronic Data Interchange).

Plánování zásob na základě závislých poptávek

Oddělení prodeje společnosti uzavírá se zákazníky zastoupenými jejich oddělením nákupu dlouhodobé kontrakty ke každému z projektů, kde projekty jsou označovány skupiny určitých výrobků. Sjednaný kontrakt obsahuje cenu, dodací a platební podmínky, odhad ročních a celkových objemů, předpokládanou délku trvání projektu v sériové výrobě (například 5 let) a následné pokračování výroby jako náhradní díl (standardně 10-20 let po ukončení sériové výroby), případně další upřesňující požadavky a detaily. Konkrétní množství a přesné termíny dodávek kontrakty neobsahují. Tyto informace jsou obsaženy v takzvaných zákaznických odvolávkách (tedy upřesnění objednávky, smlouvy), které jsou zákazníkem pomocí EDI zasílány většinou na pravidelné bázi (v závislosti na konkrétním zákazníkovi a jím používaným systémem plánování potřeb a zásob – denně, 1x týdně, 1x za dva týdny, ...). Poptávka je tedy závislá, předvídatelná.

Na základě oboustranné dohody zákazník zasílá aktualizace svých objednávek ke konkrétnímu výrobku, tedy požadované množství a datum dodání, a případně smluvený náhled potřeb v budoucnosti (forecast). Rozsah náhledu je závislý na konkrétním zákazníkovi (externí zákazníci většinou 15-30 týdnů, zákazníci v rámci Společnosti standardně poskytují náhled na 24 měsíců). Díky spolupráci s oddělením prodeje a vstupy dat nasmlouvaných ročních objemů do systému je i při krátkém náhledu poskytnutém zákazníkem možné předpokládat zákazníkem v budoucnu odvolaná množství a dále poskytovat dlouhodobý přehled svým dodavatelům (standard ve Společnosti je 24 měsíců). Na aktualizace objednávek je systém schopen reagovat pouze omezeně a téměř vždy je pro optimální plánování výroby a následně zásob potřeba zásahu a kontroly odpovědného logistika. Po zpracování zákaznických odvolávek a přeplánování (aktualizaci) výrobního plánu je pro plánování materiálových požadavků využíváno metody MRP (Material Requirement Planning – plánování materiálových potřeb), jejímž základem je znalost kusovníku (BOM – Bill of material) pro každý produkt ve vytvořeném plánu výroby. Na základě této informace systém vytvoří potřebu u každého vstupního materiálu obsaženého v kusovníku pro plánované výrobní zakázky, porovná s aktuální skladovou zásobou zohledňující pojistnou zásobu (pokud je u materiálu nastavena) a na základě nastavení (dosah zásob, horizont fixace, plánovací kalendář, velikost dávky) aktualizuje či vytvoří nové objednávky na surový materiál. Ty odesílá dodavateli automaticky ve smluveném termínu a frekvenci, převážně jednou týdně.

Při výrazném nárůstu potřeb zákazníka či neplánovaném poklesu zásob v závodě (např. difference v zásobách, reklamace, poškození materiálu) systém generuje zápornou plánovanou zásobu, čímž upozorní na nedostatek materiálu na plánované výrobní zakázky. Na tyto nestandardní situace musí disponent reagovat neprodleně (prověřit možnost přeplánování výroby či rychlejší dodávky materiálu od dodavatele). Pro prověření možných nebezpečí disponent využívá pro to vyvinutých a uzpůsobených výstupů sestav, kde je na první pohled riziko viditelné (barevné semaforey) včetně odhadovaného dosahu zásoby.

Plánování zásob na základě nezávislých poptávek

V našem závodě se plánování na základě nezávislých poptávek využívá minimálně, převážně u vratného obalového materiálu ve vlastnictví závodu (z důvodu možného neplánovaného poškození), náhradních dílů, případně doplňkového materiálu jako úklidové prostředky, jednorázové ochranné pomůcky atp. V tomto případě dochází k vytváření

požadavků objednávek po dosažení nebo podkročení nastavené objednávací hladiny, které disponent následně zpracuje a objednávku vytvoří.

2.2.2 Skladování zásob

Skladování v naší Společnosti je celkem chaotické, jelikož firma nemá zrovna volné skladové kapacity, využívá i externích skladů, zejména pro obaly, či materiály pro výroby, které nejsou tak časté. Pokud se zaměříme přímo na skladovací prostory uvnitř areálu společnosti, mluvíme tedy o dvou skladech, společnost má tři výrobní haly, dvě se nachází v horní části areálu a jedna ve spodní části areálu, k nim náleží i tyto dva sklady. Zásoby jsou ve skladu uskladňovány na pozice, které musí souhlasit i s pozicí v účetním programu SAP, který tato společnost využívá, jedná se o vygenerované číslo obsahující pozici ve skladu, která znamená řadu, regál a paletové místo. Sklad není přesně rozdělen, že by každý druh výrobku měl svoje označení, vzhledem k nízké kapacitě skladu jsou pozice přidělovány volnou kapacitou.

Některé materiály jsou uskladňovány přímo ve výrobě, jedná se především o materiály podléhající speciálním skladovacím nárokům. Například lepidla, skelné pasty a komponenty, které je třeba skladovat v mrazáku, či při stále konstantní teplotě. Tyto materiály jsou dováženy s tzv. dataloggerem. Tento systém zaznamenává teplotu během přepravy i během skladování, následně po rozbalení a načtení dat lze zjistit, jestli byla daná teplota dodržena během celé přepravy a zda jsou tedy komponenty použitelné. V lednicích a mrazáku jsou materiály, stejně jako všechny ostatní zásoby v závodě, skladovány metodou FIFO, tedy první, co dorazily, jsou mezi prvními spotřebovávány. Hodně materiálu má krátkou dobu expirace, často dochází k vyhazování těchto materiálů pouze z důvodu prošlé expirace. Často také dochází k plýtvání materiálů, které jsou dodávány například v tubách, které stanice nedokáže spotřebovat celé, na tento druh plýtvání již také existuje projekt na úsporu spotřeby.

Pokud bychom pohlédli na využití skladu z pohledu druhu materiálu, největším podílem na skladování se podílí obaly. Společnost vlastní velké množství obalů, které jsou vratné, a ještě se po každé dodávce musí vozit na mytí, tudíž zásoba je opravdu vysoká. Nejmenší podíl tvoří hotové výrobky, je to způsobeno především tím, že firma prakticky nevyrábí na sklad, ale většinou rovnou vyváží. Během roku 2018 byla firma nucena vynakládat velké finanční prostředky na speciální jízdy, především na letecké, aby zachovala požadované množství dodávek zákazníkům. Jelikož jsme se potýkali s kvalitativními problémy a nedostatkem výrobních sil, speciální jízdy tvořily jednu z největších položek nákladů.

Materiál, který je vyskladněn z centrálních skladů, je skladníkem odvezen do výroby, výrobním logistikem přeskladněn z pozice v centrálním skladu do pozice řízených skladů ve

výrobě. Těmto řízeným skladům ve výrobě se říká supermarkety. V tomto skladu musí fyzické množství sedět na množství účetní, z těchto skladů pak vyskladňuje manipulát, který rozváží materiály k linkám a doplňuje optimální množství do stanic. Následně pomocí SAPu, ze kterého vyskladní materiál do výroby, si systém sám pošle požadavek na naskladnění z centrálního skladu, tento systém funguje na základě kanbanu, kde je předem stanoveno základní minimum, při kterém dojde k naskladnění.

2.2.3 Spotřeba zásob

Jak již bylo řečeno, spotřeba materiálu se provádí na několika úrovních. Nejprve je zásoba naskladněna na centrální sklad, nejčastěji po paletách. Tato paleta dostane svoje paletové číslo. Následně skladník dováží objednané množství do výroby na tzv. supermarkety, pokud je využíván kanban. Většinou u velkoobjemných materiálů, které jsou vyskladňovány po paletách, dochází k objednávání manipulátem přímo do výroby, nikoli přes další řízený sklad, ale dojde k odepsání celé palety z centrálního skladu přímo do výroby, kde může docházet k okamžité spotřebě.

Celý tento systém založený na kanbanu ve Společnosti můžeme popsat v šesti základních krocích:

- 1) Vystavení požadavku na požadované množství materiálu do centrálního skladu.
- 2) Vytisknutí e-kanbanového štítku, který je nalepen na vyskladněný materiál.
- 3) Odečtení zásoby prostřednictvím čtečky, následný přesun skladníkem z centrálního skladu do výrobních prostor.
- 4) Přesun požadovaného materiálu do supermarketu, jeho načtení do stavu v supermarketu.
- 5) Vyskladnění pomocí čtečky ze supermarketu do výroby, vkládání do linek, dle taktu linky, zde se materiál tváří jako zásoba na výrobním skladě.
- 6) Vystavení dalšího požadavku, materiál je na supermarketu spotřebovaný a objednává se další množství z centrálního skladu.

Tento postup je znázorněn na obrázku číslo 4. Využívání e-kanbanu probíhá na základě automatického nebo manuálního objednávání. Rozdíl mezi těmito způsoby spočívá v tom, že automatický je typický tím, že si linka samostatně vysílá požadavek na zásobu materiálu, v okamžiku, kdy se do linky naskladní materiál, odečte se ze supermarketu a tím vznikne požadavek na další dodávku. Proti tomu manuální požadavky vznikají zcela výjimečně, například při možné chybě v procesu nebo špatném kusu, kdy požadavek odesíláme manuálně.



Obrázek 4 Tok materiálu a informací (Interní informace Společnost, 2019)

2.2.4 Skladování hotových výrobků a jejich expedice

Po celkové kontrole, jak vizuální, tak funkční, dojde k zabalení výrobků do palet připravených k vývozu. Palety se liší především podle zákazníka, druhu výrobku, či lokaci, kam bude zboží mířit. Dodáváme na jednocestných dřevěných paletách, ale i vratných plastových.

Skladování hotových výrobků je směřováno zase na centrální sklad, kdy skladník odveze celou paletu, nebo požadované množství v paletě. SAPově/účetně se tedy zase hotové výroby zahlásí z výrobního skladu na centrální sklad už pod číslem hotového výrobku. U některých výrobků se zahlásí kusy již na výrobních skladě a následně při odvozu na sklad se zahlásí výrobní varianta nebo lépe řečeno balící varianta, kde se finální číslo změní pouze v jednom konečném čísle, jedná-li se o vratný či nevratný obal. Toto zahlašování pracuje na základě pracovních postupů a kusovníků, kde volíme číslo finálního produktu, systém si zohlední množství vyrobených finálních produktů a přiřadí dle kusovníku množství materiálů, které následně odečte z výrobního skladu. Některé výrobní linky pracují pouze na úrovni materiálu a až po zahlášení finálního produktu se materiály spotřebují, což je u některých materiálech komplikované na permanentní inventury, proto dochází k tvorbě polotovarů, kde vznikne číslo polotovaru a surový materiál se spotřebuje.

Finální produkty expedujeme zákazníkům v požadovaném množství a čase, většina vývozu je stálá, opakuje se tedy v pravidelných časech. U většiny dodavatelů dochází při vývozu k výměně za prázdné obaly, kdy auto doveze prázdné obaly a následně si za ně naloží hotové výrobky. Pro většinu zákazníků platí podmínka EXW, což znamená, že si zákazník zajišťuje vyzvednutí zboží od nás sám. Jak již ale bylo řečeno, minulý rok byl rok, kdy se vypravovaly speciální jízdy i s jednou paletou, takže nedocházelo k pravidelným vývozům ze strany zákazníka.

2.3 Aktuální stav materiálového toku

Nyní se zaměříme na konkrétní výrobní linku a její aktuální stav materiálového toku, pracovních postupů a veškeré manipulace s materiálem, které jsou zapotřebí během výroby, a následně na kusy a polotovary s tím související. Tuto výrobní linku a výrobek budeme nazývat výrobkem GEN3.

2.3.1 Výrobek GEN3

Finální výrobek vyhotovený na lince GEN3 je tlakový senzor do palivového systému s přímým vstřikováním paliva. Rozpad výrobku na jednotlivé komponenty můžeme vidět na obrázku číslo 5.



Obrázek 5 Sestava výrobku GEN3 (Interní informace Společnost, 2019)

Tento senzor snímá tlak paliva ve vstřikování pomocí detekce změny rezistivity, respektive změny elektrického napětí při deformaci materiálu (vrchní hrany portu, viz obrázek číslo 5).

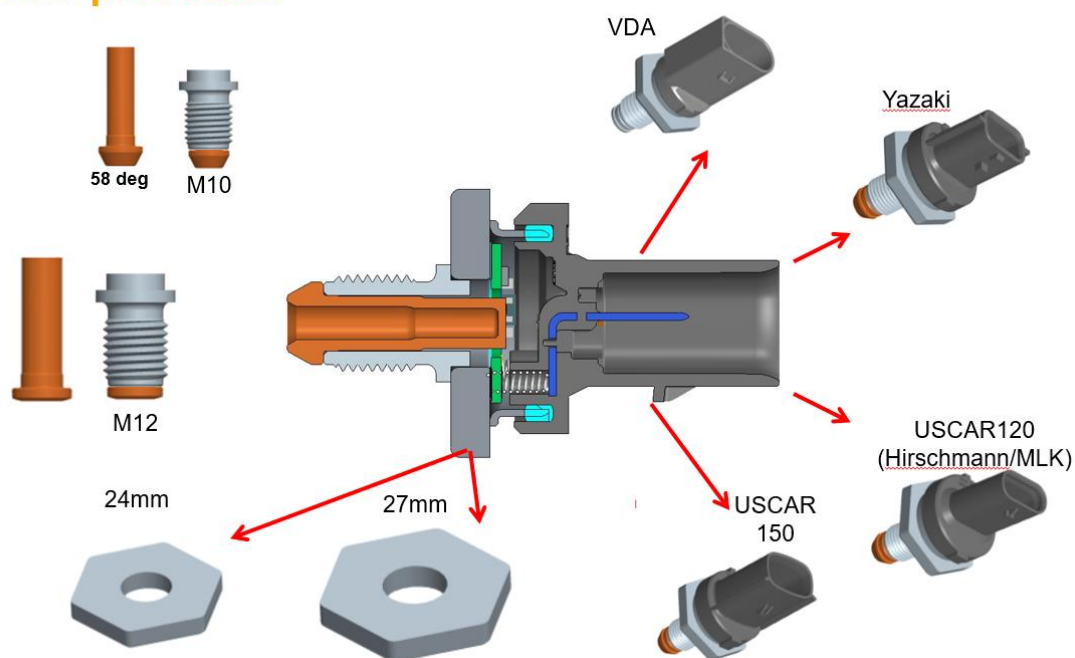
Skládá se ze 14 druhů materiálů, které můžeme rozdělit do tří skupin. První skupinou je polotovar z linky nazývané SMT linkou, jedná se o PCB komponentu, jinak řečeno deska plošných spojů. Další skupinou jsou materiály, které nazýváme bulkovým materiálem neboli materiálem, který je „sypký“. Tento materiál má v kusovníku výrobku zadané spotřebovávané množství, avšak spotřebovává se přímo vyskladněním ze supermarketu jako celé množství, následně se přes sběrače nákladů rozpočítává spotřeba na kusy a zbylá nespotebovaná zásoba se rozúčtuje jako odchylka od spočítané spotřeby přiřazené kusovníkem. Mezi tyto materiály patří sklo, silikonové a elektrovedivé lepidlo, drátek a gel. Poslední skupinou materiálů jsou ostatní komponenty, které se spotřebovávají podle kusovníkového množství, ale až při zahlášení nadřazeného polotovaru. Materiály jsou přiřazené vždy k nějaké operaci v pracovním postupu. O tom však až v další kapitole týkající se pracovního postupu, kde si vysvětlíme, jak dochází k zahlašování a spotřebovávání materiálů.

Výrobek GEN3 vyrábíme v několika provedeních, rozlišovat je můžeme podle:

- 1) Druhu motoru – rozlišujeme na zážehové a vznětové. Označovány jsou DDI – Diesel Direct Injection (výrobků pro vznětové systémy máme tři varianty finálních produktů) a GDI – Gasoline Direction Injection (pro zážehové systémy máme sedm různých provedení).
- 2) Elementů – tady je rozdělujeme na single a dual, kdy dual obsahuje dva elementy, single pouze jeden element. Tento element je takzvaný snímač tlaku (snímá prohnutí portu). Single je analogový senzor, to znamená obsahuje pouze jednu cestu, takže například při porušení tohoto kanálu dojde k nefunkčnosti senzoru, na rozdíl od dualu, který obsahuje kanály dva, při poruše jednoho z kanálů senzor nepřestává fungovat.

- 3) Tlak v barech – zákazníkem daný a požadovaný tlak, na který se senzor kalibruje. Kalibrace probíhá tak, že kus projíždí dvěma komorami, jedna s pokojovou teplotou a druhá s vysokou teplotou (kolem 90 °C), kusy se během projíždění různými teplotami tlakují na rozmezí od 200 – 500 bar. Při každém tlaku se snímá odpověď senzoru, respektive proud a napětí. Během kalibrování se do paměti ASICu zapisuje, jak se má senzor při různých teplotách chovat.
- 4) Použitých komponent – jak již bylo řečeno, produkt se skládá ze 14 druhů materiálů, avšak ne vždy se použije stejné množství, viz bod 2), tak i komponenty mohou být stejné, ale přitom odlišné ve velikosti, zákazníkovi. Například komponenta zvaná *Port* se označuje M10 a M12, rozdíl mezi těmito dvěma označeními je v rozměrech, následně Port M12 má také dvě provedení, které se liší pouze v designu (v závislosti na požadovaném tlaku). Další komponentou je *Shell*, do něj se vtlačuje port, ten máme také v provedení M10 a M12, což je velikost závitu. *HEX* je jedna z dalších komponent, která se také liší podle rozměru a máme dvě velikosti 24 a 27, což jsou také rozměry matice. Elektronickou část výrobku tvoří *PCB*, neboli vyřezané součástky z desky plošných spojů, které realizují elektronické obvody. Tyto komponenty si zde vyrábíme na lince zvané SMT samostatně, jsou tedy finálním produktem na jiné lince, my se však touto výrobou v této práci nebudeme zabývat, budeme je tedy brát jako materiály. Mozkem výrobku GEN3 je *ASIC*, ten se liší podle toho, zdali je použit jeden element nebo dva. Poslední komponentou, která se liší svým číslem produktu, je *Konektor*. Konektory se liší v jejich designu, v současné době máme 4 druhy, nazýváme je Konektor VDA, Hirschmann, Yazaki, USCAR. Pro lepší představu se můžeme podívat na obrázek číslo 6, kde můžeme spatřit obě dvě varianty Portu a Shellu (M10 a M12), rozdílnost v materiálu HEX (velikost 24mm a 27mm), či designové provedení jednotlivých konektorů podle zákazníka.

GEN3 provedení



Obrázek 6 Sestava výrobku GEN3 (Interní informace Společnost, 2019)

- 5) Zákazníků – konečné číslo finálního výrobku u nás značené A2C číslem, které je třináctimístné, nám udává, ke kterému zákazníkovi patří. Každý zákazník má na výrobek jiný požadavek, nejčastěji je to kombinací výše uvedených možností. Avšak lišit se můžeme i pouze obalem, což vytváří tzv. logistickou variantu, kde poslední dvě čísla výrobku udávají vratný či nevratný obal.

Kombinací všech možností vypsanych výše pak tvoříme celkové portfolio výrobků GEN3, které je zobrazeno na obrázku číslo 7. Obsahuje celkem 17 různých variant finálních výrobků. Jak můžeme vidět na obrázku níže, máme celkem 5 zákazníků, kterým výrobek dodáváme.

Group	P3 Group	Product Sending Plant	Log. Variant	Packaging	Product Desc. Sending Plant	Receiving location
GEN3	GEN 3 G dual	A2C89864801	A2C8986480102	one-way	HPS G 300BAR GM	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G single	A2C93096601	A2C9309660102	one-way	HPS G 280BAR G2R FORD	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G single	A2C93096701	A2C9309670102	one-way	HPS G 280BAR G2R GM	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G single	A2C93096801	A2C9309680101	one-way	HPS G 280BAR G2R FAW	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G single	A2C93096901	A2C9309690101	one-way	HPS G 280BAR G2R JMC	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G single	A2C98279501	A2C9827950101	one-way	HPS G 350bar Ford Fox	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G dual	A2C11457400	A2C1145740001	one-way	HPS G 400bar GM	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G single	A2C38882700	A2C3888270002	one-way	HPS G 280bar GENERIC	Changchun Jingkai
GEN3	GEN 3 G dual	A2C89864801	A2C8986480102	one-way	HPS G 300BAR GM	Newport News
GEN3	GEN 3 G single	A2C98279501	A2C9827950102	one-way	HPS G 350bar Ford Fox	Newport News
GEN3	GEN 3 G dual	A2C89864801	A2C8986480101	returnable	HPS G 300BAR GM	Pisa
GEN3	GEN 3 G single	A2C93096601	A2C9309660101	returnable	HPS G 280BAR G2R FORD	Pisa
GEN3	GEN 3 G single	A2C93096701	A2C9309670101	returnable	HPS G 280BAR G2R GM	Pisa
GEN3	GEN 3 G single	A2C98279501	A2C9827950101	returnable	HPS G 350bar Ford Fox	Pisa
GEN3	GEN 3 D single TRU	A2C90375501	A2C9037550101	returnable	HPS D 2400BAR FORD	Trutnov (DS)
GEN3	GEN 3 D single TRU	A2C90375501	A2C9037550103	returnable	HPS D 2400bar Ford Spare part	Trutnov (DS)
GEN3	GEN 3 D single TRU	A2C97839400	A2C9783940001	returnable	HPS D 3000bar Ford Panther II	Trutnov (DS)
GEN3	GEN 3 D single TRU	A2C97839400	A2C9783940003	returnable	HPS D 3000bar Ford Spare part	Trutnov (DS)
GEN3	GEN 3 D single	A2C97737801	A2C9773780101	one-way	HPS D 2700bar HMC Kefico	Korejská repub.

Obrázek 7 Portfolio výrobku GEN3 (Interní informace Společnost, 2019)

2.3.2 Pracovní postup výrobku GEN3

V následující kapitole si projdeme celý pracovní postup výrobku GEN3, probereme zaúčtování neboli zahlášení do účetního programu, spotřebovávání komponent a problémy, které se zde vyskytují.

Jak již bylo řečeno, výrobek se vyrábí v mnoha provedeních, pro zjednodušení si pracovní postup ukážeme na jednom zástupci GEN3, jelikož pracovní postup se zde neliší, pouze v použitých komponentech, což pro ukázkou problému, který máme, nebude dělat žádné nesrovnalosti.

Na obrázku číslo 8 můžeme vidět postup montáže GEN3, nyní si obrázek lehce popíšeme a následně probereme podrobněji jednotlivé operace podle pracovního postupu z účetního programu SAP.

Začátek výroby probíhá paralelně na dvou začátcích, pro vysvětlení to znamená, že na jedné stanici se lepí kroužky do konektoru, na jiné stanici nezávisle na této první se sváří port, shell a hex dohromady. Nalepený kroužek v konektoru se dává zapékat do pece, aby se lepidlo vytvrdilo a kroužek vydržel požadovaný tlak. Svařený port, shell a hex budeme dále nazývat „svařenec“.

Tento svařenec putuje následně do myčky a po myčce vstupuje do čistého prostoru. Čistým prostorem se v této práci nijak zvlášť zabývat nebudeme, tam nemáme žádné problémy, které by se týkaly spotřeby materiálů. Zde svařenec vstoupí do linky a v ní putuje celým čistým

prostorem, po konečné optické inspekci zkušeným pracovníkem kvality vystupuje z čistého prostoru a vstupuje do stanice naváření konektorů.

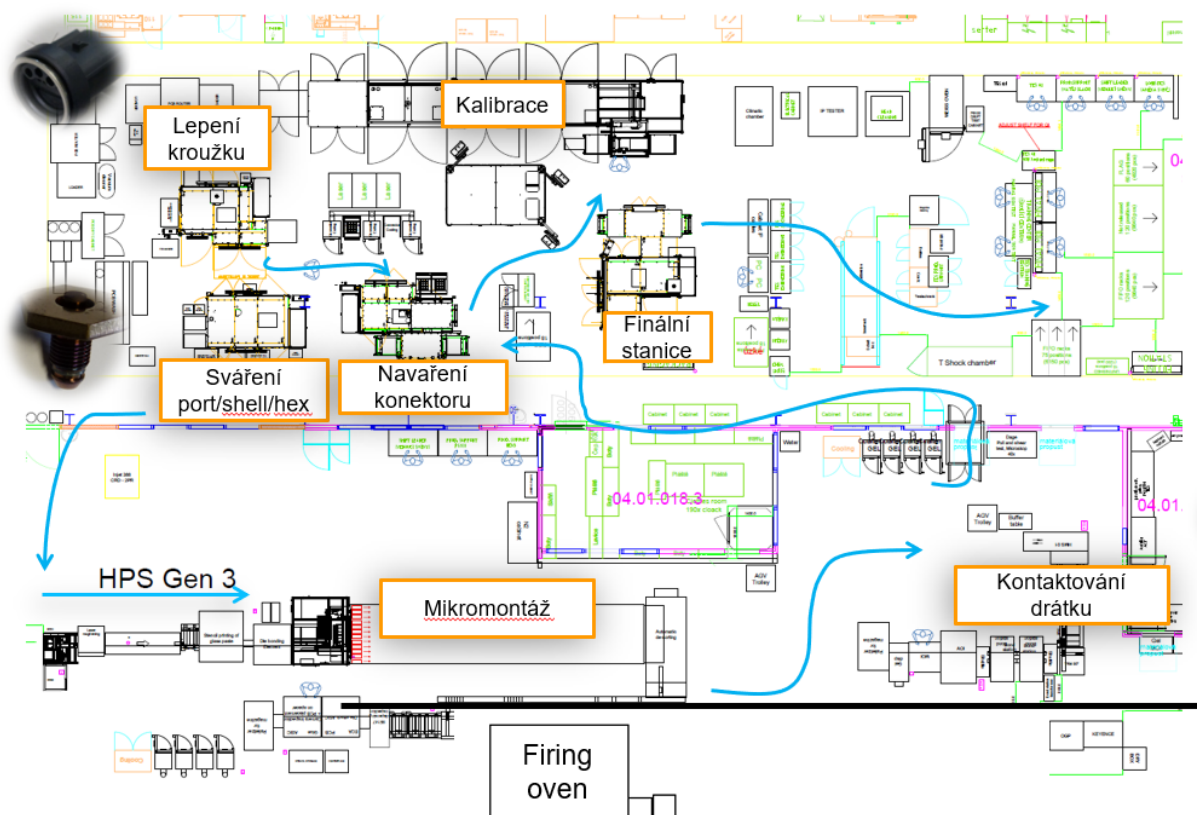
Do stanice naváření konektorů tedy vstupuje nalepený a následně zapečený kroužek v konektoru a svařenec, který prošel úspěšně všechny operace v čistém prostoru. Ve stanici naváření konektorů, jak už název napovídá, se svaří svařenec s konektorem, ještě před tímto navařením se ve stanici do konektoru nastřelí tři pružinky. Po těchto operacích nám již fyzicky vzniká jeden finální kus, který dále putuje do kalibrace, kde je kalibrován na určité teploty.

Jednou z poslední stanic je finální stanice, kde dochází k testování kusů, vyhodnocování špatných kusů po kalibraci, kontrole komunikace a funkce. Pokud zde všechny kontroly dopadnou v pořádku, na jednotlivé kusy se pomocí laseru nanese zákaznické DMX číslo, které je poté zkontrolováno a je vyhodnocena kvalita DMX.

Dobré kusy jsou poté kvalitou vizuálně zkontrolovány a zabaleny. Takto vyrobené kusy už jsou připravené k prodeji finálním zákazníkům.

Nyní tedy přejdeme podrobněji k jednotlivým stanicím, kde spotřebováváme materiály.

HPS Gen 3 – Montáž mimo čistý prostor



Obrázek 8 Montáž výrobku GEN3 (Interní informace Společnost, 2019)

Pracovní postup je vždy vázán k jednotlivým polotovarům, tedy nějakým celkům, kde sbíráme spotřebovaný čas strojů a lidí a přiřazené komponenty. Komponenty jsou vždy přiřazeny k nějaké operaci, ale nejsou ještě SAPově/účetně odepisovány.

Odpisy materiálů a vytvoření neboli zahlášení polotovaru se uskutečňuje až na konci pracovního postupu. Veškerá komunikace mezi stanicí a účetním programem SAP probíhá na rozhraní, které nazýváme MES. Pomocí MES systému máme dohled nad každým kusem, který vznikne. Každý jednotlivý kus má své identifikační číslo, které nelze opakovat. Je udáno rokem, dnem v roce a specifickým kódem. Pod tímto identifikačním číslem putuje kus až na samotný konec výroby, je tedy možné dohledávat kusy a v daném systému sledovat jeho detail, jakou operací již prošel, kde byla chyba, či odkud je označen jako špatný kus nebo vyšrotovaný kus.

Tato komunikace nám vyšle signál, tzv. IDOC, že je kus v pořádku a je možné ho zaevidovat do účetního programu. Pomocí tohoto IDOCu nám každých 20 minut chodí zpráva do SAPu o vzniku nových polotovarů, následně dojde i k odepsání příslušných komponent podle pracovního postupu. Z toho vyplývá, že dokud nedostaneme zprávu do SAPu o vzniku polotovaru, tak na kus, i když fyzicky vypadá jako polotovar, koukáme pouze jako na rozpracované kusy. Z pohledu SAPu a účetnictví se ale stále tváří jako vyskladněné komponenty, takže v případě permanentních inventur je potřeba tyto kusy, které ještě nejsou zahlášeny, brát jako surové materiály a rozpočítávat je na jednotlivé komponenty. Tady nám vzniká první problém, jelikož MES odesílá zprávy okamžitě při každé změně, která se udává s jednotlivým kusem, tak SAP pracuje pouze na IDOC zprávách, které přichází vždy v intervalech zhruba 20 minut a najednou. V SAPu tedy nemáme informace o jednotlivých kusech, ale kumulovaně o všech, které v jednotlivých zprávách přišly. Problémem je právě i to, že pokud po nějaké stanici, jak si ukážeme níže, nezahlašujeme žádné polotovary, je pak obtížné sledovat materiály i plánování, protože nevíme, kolik jich tedy zrovna máme vyrobených, stále je totiž vidíme jako vyskladněný materiál.

Pracovní postup tedy tvoří soupis operací a časů a přiřazení komponent právě k jednotlivým operacím. Pro lepší pochopení systému si nejprve rozebereme pracovní postup po stanicích, následně pak shrneme jednotlivé polotovary, kde dochází k jejich zahlášení.

Nejprve si shrneme postup výroby konektorů, následně postup výroby svařenců, pak společné konečné zahlášení do finálního produktu.

- **Konektory**

Stanice lepení kroužků:

Ke stanici lepení kroužků náleží pracovní postup na obrázku číslo 9.

Stanice lepení kroužků:				
Materiál	Operace	Pracoviště		
	5010	T6205010	5010 Line control	MMN
Konektor	5020	T6205020	5020 Putting connector on nest	MMS
	5030	T6205030	5030 Plasma activation	MMS
Lepidlo	5040	T6205040	5040 Glue dispensing	MMS
Kroužek	5050	T6205050	5050 RINGS ASSEMBLY	MMSD
	5055	T6205055	5055 Glue Weigh check	MOSD
	5060	T6205060	5060 Pick part to carrier	MMSD
	5070	T6205070	5070 Putting carriers to magazine	MOS

Obrázek 9 Pracovní postup – stanice lepení kroužků (Interní informace Společnost, 2019)

Jak již bylo popsáno výše, na této stanici dochází k nalepení kroužku do konektoru. K tomuto procesu je potřeba jeden kroužek, konektor a lepidlo. Jak můžeme vidět v pracovním postupu k této stanici, první operací je line control, který má zkratku MMN, což znamená mes mandatory not, v překladu to znamená, že tato operace pracuje pouze na úrovni MESu a nijak nekomunikuje se SAPem, pro nás tedy nijak podstatná, pouze se tím zaeviduje kus.

Další operací je odebrání konektoru z palety surových materiálů a postavení robotem do pozice, v tomto momentu se přiřazuje komponenta (značeno žlutě), tudíž kus už obsahuje konektor. Zkratka MMS znamená, že již k této operaci může stanice samostatně šrotovat, poslala by tedy zprávu do SAPu o špatném kusu a samostatně by si to systém k operaci vyšrotoval. V SAPu by tedy byl záznam, že na pracovišti T6205020 je jeden špatný kus, v MESu bychom viděli přesný čas a chybu, kvůli které se z něj špatný kus stal. Například, že dobře neproběhlo usazení kusu na místo. Tento proces se nazývá automatickou šrotací, jak již bylo popsáno výše.

Následující operace je čištění konektoru plazmou, také k ní lze šrotovat, vyšrotoval by se tedy pouze konektor a čas, který je přiřazen k těmto operacím, které tomu předcházely.

Po nanášení lepidla, což je další krok, následuje montáž kroužku, po těchto třech operacích je již přiřazen veškerý materiál a kus je tedy po této operaci již kompletní, ale pouze fyzicky. Avšak systémově se tento kus stále tváří jako surové materiály.

Konektory následně putují do pecí, kde se nechávají stanovený čas vypéct. Ihned po vypečení se nechávají v určeném prostoru mimo stanici vychladnout, po vychladnutí se konektory přesouvají do stanice navařování konektorů.

Stanice navařování konektoru (část konektory):

Ve stanici navařování konektorů se konektory připraví na otočný stůl, kde se zkontroluje přítomnost kroužku, dále se změří celková výška sestavy, tato hodnota se pošle do MESu a dále se s ní poté pracuje při navařování konektoru na svařenec. Zkontroluje se těsnost kroužku a konektoru na operaci číslo 5120.

Následně se na tyto vypečené konektory nastřelí tři pružinky, kde se následně zkontroluje přítomnost pružin, pak dochází ke svařování, o tom však až dále. Na obrázku číslo 10 můžeme vidět celý pracovní postup konektorů.

Konektor				
Stanice lepení kroužků:				
Materiál	Operace	Pracoviště		
	5010	T6205010	5010 Line control	MMN
Konektor	5020	T6205020	5020 Putting connector on nest	MMS
	5030	T6205030	5030 Plasma activation	MMS
Lepidlo	5040	T6205040	5040 Glue dispensing	MMS
Kroužek	5050	T6205050	5050 RINGS ASSEMBLY	MMSD
	5055	T6205055	5055 Glue Weigh check	MOSD
	5060	T6205060	5060 Pick part to carrier	MMSD
	5070	T6205070	5070 Putting carriers to magazine	MOS
	5080	T6205080	5080 Curing start	MMS
	5090	T6205090	5090 Curing exit	MMS
	5100	T6205100	5100 demagazine	MMS
	5110	T6205110	5110 Spring pad Camera check	
	5120	T6205120	5120 Leakage test	MMS
Pružinky	5130	T6205130	5130 Spring feeding	MMB
	9000	APOGEN3S	APO GEN3 Subassembly	

Obrázek 10 Pracovní postup – polotovár konektoru (Interní informace Společnost, 2019)

Jak můžeme vidět, ke vzniku konektoru dochází až po nástřelu pružinek, pokud bylo vyhodnocení přítomnosti pružinek vyhodnoceno jako OK ze strany MESu. Zkratka MMB znamená mes mandatory backflush, což je právě zpětné zahlášení, kde dostáváme zprávu do SAPu o vzniku kusu. Vzniká nám tedy účetní stav hotového polotovaru a spotřebovává se materiál přiřazený v kusovníku.

Závěrem k výrobě a pracovnímu postupu u konektorů můžeme vidět hned několik problémů. Jelikož výroba jede v nepřetržitém provozu je tudíž skoro nemožné spočítat stav zásob v rozpracovanosti. Stanice je schopna vyrobit během pár minut až stovky kusů, které se zahlašují až o několik hodin později poté, co se vypečou, kde tedy spočítat jdou, protože množství v pecích je stále stejné, avšak může se stát, že některá místa jsou prázdná, protože stanice neobsadila všechny pozice.

Problémem jsou inventurní rozdíly, které jsou na kroužcích a konektorech. Nedají se dopočítat, nejsme tedy ani schopni říct, kolik přesně jsme jich spotřebovali a vyrobili. Proces se takhle stal velice netransparentním, jelikož nevidíme do pohybu surového materiálu.

- **Svařenec**

- Stanice sváření*

- Jak již bylo řečeno, v této stanici se sváří tři surové materiály (port, shell, hex), tyto materiály se standardně vyskladňují ze supermarketu přímo do stanice. V této stanici nejprve dochází na operaci 1020 k označení Hexu, laserem se tam vyznačí unikátní interní DMX kód, kterým se pak označuje celý hotový výrobek. Pod tímto kódem je možné dohledat historii i několik let zpětně, kód je velký okolo 3 milimetrů.

- Jak můžeme vidět v pracovním postupu, přiřazení komponent odpovídá právě danému procesu, avšak k manipulaci s těmito materiály dochází už ve stanici dříve. Pokud tedy nedopadne první sváření na operaci 1030, dojde k odepsání pouze komponenty Shell, i když se znehodnotil i Port, který tedy tímto není odepsán, obojí pak spadne do krabičky jako vyšrotované. Pokud tedy má již HEX svůj unikátní interní kód má k sobě připravené i obě dvě další komponenty, zde nám tedy vzniká problém v přiřazení komponent.

Po svaření všech tří komponentů dohromady nedochází k žádnému zpětnému hlášení dalšího polotovaru, jak můžeme vidět na obrázku číslo 11.

Svařenec

Stanice svařování:

Materiál	Operace	Pracoviště		
	1010	T6201010	1010 Line control	MMS
HEX	1020	T6201020	1020 Laser Marking	MMS
	1025	T6201025	1025 PressFit	MMS
Shell	1030	T6201030	1030 Welding 1	MMS
Port	1040	T6201040	1040 Welding 2	MMS
	1050	T6201050	1050 CO2 CLAENING	MMS
	1060	T6201060	1060 DMX check + Unloading	MMS
	1064	T6201064	1064 Part washing	MMB
	9000	APOM10_H APO GEN3 HALB M10+M12		

Obrázek 11 Pracovní postup – polotovar svařenec (Interní informace Společnost, 2019)

Z pracovního postupu je tedy zřejmé, že svařenec, který se pro nás jeví jako hotový již po kompletním svařování, není ještě reportován jako polotovar, následuje totiž ještě na další operaci, kterou je myčka.

Myčka je poslední operací. Stanice myčky se nachází mimo tuto stanici, je tedy nutné, aby operátor převezl svařence do myčky. Mycí proces trvá také několik minut a už patří mezi operace v čistém prostoru, je zapotřebí zacházet s těmito kusy velice opatrně. Po umytí kusů dochází k zahlášení polotovaru svařence.

Čistý prostor:

V čistém prostoru je potřeba dbát přísných pravidel, dovnitř se kusy posílají přes speciální přechodové komory, které mají dvojité dveře. Pro vstup do čistého prostoru slouží vzduchová sprcha, je zakázané vstupovat bez roušky, čepičky a speciálního pláště a obutí. Mohla by vzniknout kontaminace kusů, kde by pak docházelo ke špatné přilnavosti drátků, či bublinkám v gelu a dalším poškozením způsobující reklamace.

Výrobou v čistém prostoru se zabývat nebudeme, avšak pro představu a další návaznost uvedeme pracovní postup polotovaru po čistém prostoru. Na obrázku číslo 12 můžeme vidět pracovní postup od myčky přes celý čistý prostor až po výstup z čistého prostoru. Jelikož výroba v čistém prostoru je in-line, tak kus hned po přechodové komoře vstoupí do stanic

a pomocí dopravníků jede až na konec výroby v čistém prostoru, není potřeba přenášet, či převážet kusy mezi stanicemi a vytvářet žádné další polotovary.

Na konci všech operací dojde k vyndání kusů v nosných magazínech, které příslušný operátor označí a provede zpětné zahlášení. Kde zase dojde k vytvoření nového polotovaru, spotřebování svařence a dalších komponent z kusovníku. Následně magazíny putují do přechodových komor a vstupují do stanice naváření konektorů.

Halb po čistém prostoru

Stanice lepení kroužků:

Operace	Pracoviště		
1065	T6201065	1065 Line control	MMN
1067	T6201067	1067 START CR	MMS
1070	T6201070	1070 PREHEATING	MOS
1080	T6201080	1080 Glass printing	MOS
1090	T6201090	1090 Element die bonding	MOS
1100	T6201100	1100 Input to firing oven	MMS
1110	T6201110	1110 Output from the oven	MMS
1120	T6201120	1120 Firing temperature record	MOS
1140	T6201140	1140 MOI GLASS	MMS
1150	T6201150	1150 Glue disp. On HEX SE 147	MMS
1160	T6201160	1160 Glue dispensing ECA	MOS
1170	T6201170	1170 PCB attach	MOS
1180	T6201180	1180 Epoxi disp. On PCB	MOS
1190	T6201190	1190 ASIC die bonding	MOS
1200	T6201200	1200 MAGAZINE	MOS
1210	T6201210	1210 Glue curing enter	MMS
1220	T6201220	1220 Glue Curing exit	MMS
1230	T6201230	1230 Unloading carrier to plasma	MMS
1240	T6201240	1240 Plasma cleaning	MOS
1270	T6201270	1270 Wirebonding	MMS
1275	T6201275	1275 AOI WB	MOS
1280	T6201280	1280 MOI	MMS
1290	T6201290	1290 Gel dispensing	MMS
1300	T6201300	1300 Loading carrier into the magazine	MOS
1310	T6201310	1310 Gel Curing start	MMS
1320	T6201320	1320 Gel Curing exit	MMS
1321	T6201321	1321 Gel dispensing MOI	MOS
1322	T6201323	1322 MES DATA CHECK	MMS
1323	T6201322	1323 exit from clean room	MMB
9000	APOGD01H	APO GEN3 HALB CR	

Obrázek 12 Pracovní postup – polotovar po čistém prostoru (Interní informace Společnost, 2019)

Stanice navaření konektoru (společná část):

Jak již bylo řečeno, v této stanici se schází více činností najednou, dochází zde k nástřelu pružin do konektoru, následnému zahlášení polotovaru konektoru. Na druhé straně se sem načítají hotové polotovary po čistém prostoru, které se vyhodnocují, a pokud někde v čistém prostoru dostaly status NOK, jsou zde vyhozeny do NOK krabice.

Kusy, které jsou v pořádku, jsou načítány a nakládány do stanice. Z čehož tedy vyplývá, že se nám v jedné stanici sbíhají paralelně dva pracovní postupy, kde jeden zaniká tím, že se zahlásí polotovar konektoru, po nástřelu pružin. Druhý pracovní postup zde začíná a je to pracovní postup pro finální výrobek, avšak zde přichází další problém v systému. Jak můžeme vidět na obrázku číslo 13, po všech operacích na této stanici nedojde k zahlášení finálního výrobku, ani polotovaru celkového kusu.

Materiál	Stanice		1324 Line control	MMN
	Operace	Pracoviště		
Polotovar po čistém prostoru	1324	T6201324	1324 Line control	MMN
	1330	T6201330	1330 Load on T2 + DMX check	MMS
	1340	T6201340	1340 Gel Camera check	MMS
Polotovar konektoru	1360	T6201360	1360 Laser welding Connector with hex	MMS
	1365	T6201365	1365 DMX check	MMS
	1370	T6201370	1370 Unloading to carrier from T2	MMS

Obrázek 13 Pracovní postup – stanice navaření konektoru (Interní informace Společnost, 2019)

Ve stanici dojde k navaření konektoru na polotovar z čistého prostoru, vyhodnocení zmetků z čistého prostoru a kusy dále následují do další stanice jako dva polotovary systémově, fyzicky jsou však už jedním kusem.

Každá z operací výše obsahuje kód pro automatické šrotování kusů, je tedy možné automaticky označit kus jako NOK i špatným vyhodnocením kamerou. Aby nedocházelo k vyhazování příliš mnoha kusů, je ve stanicích nastavena JIDOKA. Jidoka je základní princip štíhlé výroby, která umožní strojům nebo pracovníkům detekci nenormálního stavu a okamžitě zastavit práci. Tento postup umožní zabudovat kvalitu do každého procesu. Tím, že se práce zastaví při detekci chyby, se pozornost soustředí na příčinu problémů a jejich řešení v okamžiku, kdy nastanou. To vede k trvalému odstraňování chyb, a tudíž i k neustálému zlepšování. Znamená to tedy, že pokud stanice vyhodnotí určené množství kusů jako špatné v krátké časové vzdálenosti po sobě, stanice se automaticky zastaví a je přivolána obsluha.

V těchto případech totiž může jít o chybu stanice a zbytečně by se pak vyhazovaly kusy, které jsou v pořádku. Následně se tedy kontroluje nejen stanice, ale i chyby, na které byl kus vyřazen, a před pokračováním v další výrobě jsou provedena nápravná opatření.

Další problém, se kterým se potýkáme, jsou stále špatná nastavení zahlašování polotovarů. Kusy totiž jdou společně až do zabalení jako jeden kus, avšak systém je vidí stále jako kusy dva. Množství by však mělo odpovídat zhruba stejnému počtu, nebo by alespoň rozdíl v kusech měl být ten, že některé konektory jsou v peci a polotovary po čistém prostoru se dají dopočítat z přechodových komor, ale není tomu tak.

Vzhledem k netransparentnosti toků těchto polotovarů a materiálu nejsme schopni pořádně dopočítat ani spleené konektory, natož pak konektory s pružinkami, či celé navařené konektory s polotovarem z čistého prostoru. Tímto nám při inventurách vznikají nemalé inventurní rozdíly, které je třeba nějak řešit.

- **Finální produkt**

Kalibrace, finální stanice, optická kontrola, balení

Jak jsme již zjistili, finální produkt fyzicky sice vznikl na stanici navaření konektoru, ale účetně se stále „tváří“ jako dva polotovary. Jak můžeme vidět na obrázku číslo 14, obsahující pracovní postup finálního produktu. Přiřazené komponenty neboli oba dva naše polotovary, jak z čistého prostoru, tak polotovar konektoru, jsou přiřazeny v první části postupu. Konkrétně se jedná o operace číslo 1330, kde se přiřazuje komponenta polotovar po čistém prostoru, a na operaci 1360 dojde k přiřazení polotovaru konektoru.

Finální výrobek

Stanice

Operace	Pracoviště		
1324	T6201324	1324 Line control	MMN
1330	T6201330	1330 Load on T2 + DMX check	MMS
1340	T6201340	1340 Gel Camera check	MMS
1360	T6201360	1360 Laser welding Connector with hex	MMS
1365	T6201365	1365 DMX check	MMS
1370	T6201370	1370 Unloading to carrier from T2	MMS
1375	T6201375	1375 loading to calibration carrier	MOS
1380	T6201380	1380 Part Calibration Room	MMS
1382	T6201382	1382 Part Calibration Hot	MMSD
1385	T6201385	1385 un-loading from calibration carrier	MOS
1387	T6201387	1387 BIN contacting	MOS
1388	T6201388	1388 part testing BIN A	MMS
1389	T6201389	1389 100N automatic test	MMS
1390	T6201390	1390 Pick from test carrier ,DMX check	MOS
1395	T6201395	1395 CO2 final cleaning	MMS
1397	T6201397	1397 Reload from N3 to N4	MOS
1410	T6201410	1410 part testing BIN B	MMSD
1420	T6201420	1420 Laser marking	MMS
1440	T6201440	1440 Customer code verification	MMS
1460	T6201460	1460 IP TEST	MMSD
1461	T6201400	1400 Part testing BIN C	MMSD
1462	T6201062	1462 100N TEST	MOS
1463	T6201463	1463 Lot release	MMS
1465	T6201465	1465 MOI final inspection	MMSD
1470	T6201470	1470 Packing	MMB
9000	APOGEN31	GEN3 Line1 Main Assembly	

Obrázek 14 Pracovní postup – finální produkt GEN3 (Interní informace Společnost, 2019)

Můžeme tedy tvrdit, že pokud kusy potřebujeme vyšrotovat od těchto dvou operací dále, budou se již šrotovat oba dva kusy zároveň. Tady však byl odhalen další problém inventárních rozdílů, pokud nedopadne správně navaření konektoru a konektor odpadne od svařence, spadnou oba dva kusy do krabičky s NOK kusy. Kvalita však bude šrotovat pouze konektor, ten totiž nemá na sobě unikátní kód jako svařenec, znamená to tedy, že svařenec bude vyšrotován automaticky, protože nedopadlo správně navaření, tudíž stanice přidá k tomuto kusu status NOK na navařování a kus se automaticky samostatně přes komunikaci MES-SAP vyšrotuje. Avšak pokud kvalita z nějakého důvodu najde v NOK bedýnce špatné konektory, nelze na první pohled poznat, který konektor a na jakou chybu vypadl a jsou všechny konektory manuálně šrotovány pomocí SAPových čteček. Můžeme se tedy domnívat, že některé konektory jsou vyšrotovány dvakrát, jednou jako součást špatného navaření, kde si to s sebou

bere již kód kusu polotovaru, z pracovního postupu a kusovníku, kde je jako komponenta již po této operaci přiřazena, a podruhé jako samostatný konektor vyhozen do stejné NOK bedny jako ostatní konektory, které jsou potřeba šrotovat manuálně. V této bedně mohou být i takové konektory, které robot vezme a chce je založit, ale vzhledem k nějakému problému stiskl operátor stanice základní polohu a při této operaci se stanice zastaví a všechny kusy, které momentálně roboti drží v chapadlech vyhodí do NOK beden. Kusům nic není, ale je to požadavek oddělení kvality, aby nedocházelo k poškození kusů. Když se bavíme o unikátním kódu, tak ten totiž dostává pouze svařenec, konektory nejsou vedeny pod kódy, jelikož to nebylo požadováno, díváme se na ně stále jako na surový materiál, tak k němu přistupuje i MES. Konektory je tedy nutné šrotovat manuálně, jelikož neobsahují DMX kód a unikátní číslo jako svařence.

Dále nám tyto kusy vstupují do kalibrace, kde se kusy kalibrují na dané tlaky při různých teplotách, jak bylo popsáno výše.

Poslední stanicí je stanice finální kontroly. V této stanici kusy procházejí několika operacemi, jak můžeme vidět na obrázku číslo 14. Kusy fyzicky vypadají pořád stejně, jen se testují a špatné, nebo kusy označené jako NOK, se vyřazují. Některé se náhodně vybírají na další testování, které již nemusí probíhat na všech kusech.

Následuje označení kusů zákaznickým číslem, které je laserem natištěno na stranu konektoru, u této operace (číslo 1440) je také kód pro šrotování, což stejně jako v ostatních případech znamená, že není-li správně dodělán potisk, a i kvůli takovému problému je kus vyhodnocen jako špatný a nelze již nijak předělat, je tedy nutné ho vyhodit.

IP test je kvalitativní test, který je prováděn na malém vzorku kusů, tento test se vyhodnocuje několik hodin, stanice sama určuje, které kusy na tento test pošle, jak bylo řečeno výše, nejdou na tyto testy všechny kusy, jedná se zhruba o jedno procento výroby.

Následně stanice kusy naskládá do blistrů, ve kterých jsou již prodávány konečným zákazníkům, jeden blister obsahuje 41 kusů finálního výrobku GEN3. Stanice vygeneruje číslo blistru a přiřazuje na přesné pozice v blistru finální kusy vyhodnocené jako v pořádku. Každý kus má tedy svůj jedinečný kód, ale už i svou pozici v blistru. Jsme tedy schopni zpětně dohledat v MES databázi konkrétní pozici kusu a ostatní kusy, které byly zákazníkovi odeslány.

Kusy po stanici finální kontroly jsou převezeny ke stoprocentní vizuální kontrole kvalifikovanými operátory. Zde jsou kusy vizuálně zkontrolovány a načteny přes kód blistru, který obdržely ve finální stanici. Může se stát, že při načtení blistru se některé kusy nezobrazují, neboli jsou pozice v blistru prázdné. Pak je potřeba kusy, které se na daném „prázdném“ místě nacházejí, překontrolovat a zjistit, co s nimi je, popřípadě nahradit jiným dobrým kusem,

nahrazujeme i kusy, které vizuální kontrola určí jako špatné, kde operátor načte špatný kus, určí mu v systému MES NOK status a nahrazuje OK kusem.

Operace „1463 Lot release“ je proces, kdy jsou vyhodnoceny všechny testy a pokud kvalita uvolní výrobu celého dne (výrobního lotu neboli šarže), tak je možné tyto kusy začít balit. Jsou to právě testy jako byl IP test, o kterém bylo řečeno výše. Tento test se dělá právě u kusů vždy za jeden „lot“, neboli den, kusy jsou tedy „spuštěny“, povoleny do prodeje. Tato operace znamená pro operátora pouze načtení finálního zkontrolovaného blistru do aplikace, která projede všechny kusy, zdali mají tento lot povolen a přiřadí MESově operaci jako splněnou.

Poslední operací je samotné balení, kde operátor znovu načte blistr, který se v aplikaci balícího klienta načte jako zabalen. Tento krok je už reportován do účetního systému jako vznik finálního produktu a paralelně spotřebování dvou polotovarů, polotovaru konektoru a polotovaru po čistém prostoru, samozřejmě stejně jako v ostatních případech se zde spotřebovávají i časy strojů a lidí, uvedené v kusovníku a pracovním postupu. Došly jsme tedy na konec pracovního postupu výrobku GEN3. Vyrobene a zabalené kusy jsou zabaleny v krabicích podle zákazníků, buď ve vratných či nevratných obalech anebo se liší pouze v zabalené vratné či nevratné paletě, to už si rozhoduje logistik podle potřeb.

Nyní tedy máme zahlášen finální produkt, zatím pouze jedenáctimístné A2C číslo produktu. Následuje už pouze zahlášení celé palety, toto zahlášení již není prováděno pomocí MESu, ale pouze SAPovou čtečkou, kdy pracovník kvality načte čísla beden v paletě a zahlašuje pod logistickou variantou celou paletu. Právě tehdy je vytvořen finální produkt s logistickou variantou, spotřebováno celkové množství v paletě 11místného čísla produktu. Paleta je odvezena na sklad, finální produkty s logistickou variantou se rovnou zahlašují na hlavní sklad, nikoli na výrobní sklad.

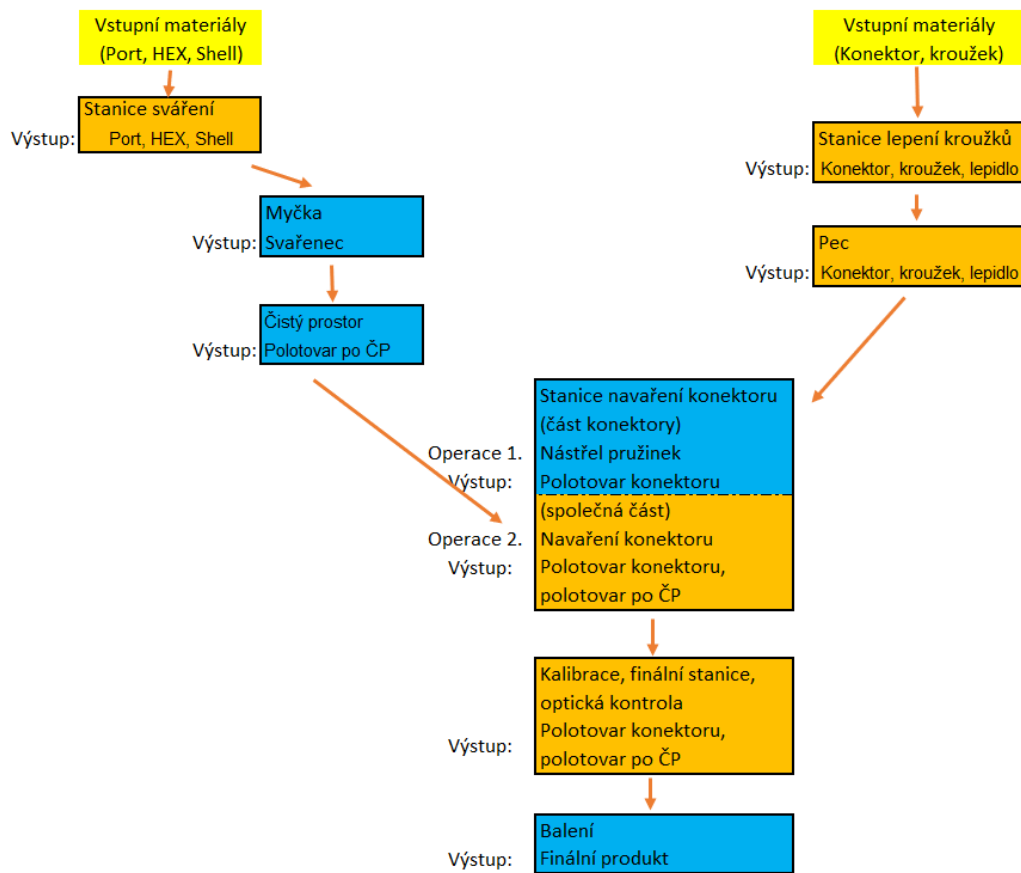
Pro kompletní přehled o tvorbě produktu GEN3 se můžeme zorientovat v obrázku číslo 15. Obrázek zobrazuje schéma pracovního postupu a tvorby polotovarů během celé výroby. Schéma představuje jednotlivé stanice, či výrobní celky, kterými produkt postupuje.

Jednotlivé stanice jsou vyznačeny obdélníky s názvem a výstupem, co ze stanice z pohledu SAPu neboli účtování vystupuje, zdali dochází k zahlášení polotovaru, či nikoli.

Barevná orientace je znázorněna následujícím způsobem, oranžové buňky znamenají, že ve stanici nedochází po splněných operacích k žádnému zúčtování a vytvoření polotovaru, ani spotřebovávání materiálů, kusy tedy ze stanice vystupují stále jako rozpracovanost a účetně stále jako surový materiál. Modré buňky jsou stanice, ve kterých se již dostává ke zpětnému

hlášení, vznikají nám tedy polotovary a spotřeba materiálu, po těchto stanicích jsme tedy schopni spočítat, kolik máme kterých polotovarů.

Stanice naváření konektorů je nejkomplikovanější, jak již bylo popsáno výše, dochází tam ke střetu dvou paralelně vyráběných polotovarů, které se v této stanici spojují fyzicky do jednoho, kde jeden tam již jako polotovar vstupuje a druhý se v této stanici ještě zúčtovává. Vychází však z této stanice jako fyzicky jeden kus, avšak účetně stále jako dva polotovary. Tyto dva polotovary takto putují až ke konečné fázi balení, kde dojde ke zpětnému zahlášení a spotřebě těchto dvou polotovarů a vzniku konečného produktu.



Obrázek 15 Schéma tvorby výrobku GEN3 (Interní informace Společnost, 2019)

Na závěr této kapitoly tedy můžeme říct, že během výroby výrobku GEN3 vzniknou tři polotovary, polotovar konektoru, polotovar svařence a polotovar po čistém prostoru, tyto polotovary představují modré buňky na obrázku výše. Poslední zahlášením, je zahlášení finálního produktu, viz poslední modrá buňka.

Pokud shrneme problémy, které se v tomto pracovním postupu vyskytují, nejčastěji se jedná o netransparentnost materiálového toku. Hlavním problémem této výroby jsou příliš

vysoké inventární rozdíly, které sahají až do stovek, někdy i tisíců kusů materiálu, či polotovarů.

Neschopnost dopočítat již po první stanici materiály, které vstupují do prvních stanic, je neudržitelný stav, pokračovat v nesmyslném odepisování kusů je neřešitelné. Je tedy potřeba projít celý pracovní postup s technologem stanice a pracovníkem MES týmu a SAP týmu a zkontrolovat funkčnost pracovního postupu. Navrhnout opatření, která optimalizují vyhozené NOK kusy, stabilizují procento vyšrotovaných kusů a napomůžou výrobním logistikům k lepší orientaci při počítání inventur.

Dalším východiskem by mohl být flexibilnější pracovní postup pro oddělení plánování výroby, kdy momentální stav není dostatečně předvídatelný, pokud nám zásoba ukazuje množství konektorů až po nastřelení pružin, nelze pak flexibilně reagovat na změnu produktu, například při přestavbě stanic na jiný typ konektoru pro jiného zákazníka nejsme schopni z účetního stavu říci, kolik tam ještě daných konektorů je, dochází pak k přebytečným zásobám nevyužitých konektorů, které je potřeba někde skladovat a nebo naopak při nedostatku konektorů, při předčasné přestavbě, kde nám pak zase přebývají polotovary po čistém prostoru.

3 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ V OBLASTI ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ

V následující části této práce si představíme návrhy na zlepšení materiálových toků ve Společnosti při výrobě výrobku GEN3. Rozebereme jednotlivé návrhy na optimalizaci a následně podrobněji představíme navrhovaný a uskutečněný projekt týkající se této problematiky. Uskutečněný projekt si představíme v detailu se všemi kroky, které byly potřeba provést během připravované změny, úpravy stanic, přeprogramování systému, včetně akčního plánu, představení nového pracovního postupu a všech ostatních změn, které byly provedeny.

Vzhledem k nepřetržitému provozu výroby těchto produktů, jsme velice ovlivněni časovým tlakem, který je na tuto výrobu uvalován. Za těchto předpokladů se nedají pořádně dělat některé analýzy.

Postupovali jsme tedy následovně, sestavili jsme tým, který se tomuto projektu optimalizace bude věnovat, tým byl sestaven z projektového manažera, ten projekt vedl, organizoval veškeré schůzky a kroky, které byly potřeba. Dalším členem byl SAPový specialista, který provádí úpravy v pracovních postupech, kusovnících a rozumí zúčtovávání materiálů, jedním z dalších členů týmu musí být logistik, který má na změnu pracovních postupů také svá kritéria, na druhé straně jsme potřebovali podporu ze strany MES systému a v neposlední řadě také zástupce z controllingu a také zástup ze strany technologie strojů a jejich pomoc pro přenastavení a jednotlivých instalací stanic.

Jedním z kroků bylo samotné představení těchto problému, které předcházelo samotných dalším krokům, jelikož jsme se dlouho dobu potýkali s inventárními rozdíly a vlastně jsme ani nebyli schopni zjistit, proč tak velké rozdíly máme, začali jsme tedy analyzovat veškerý šrot, který jsme vyhazovali, tím bylo zjištěno, že některé kusy nejsou vůbec vyšrotovány, bohužel u některých kusů, které nemají své unikátní kódy a šrotují se pouze přes SAPové čtečky, u nich toto zjistit vůbec nelze. U těchto materiálů jsme naopak zjistili, že některé materiály jsou šrotovány každým pracovníkem jinak, i přes to, že je daný přesný postup, tak dochází ke špatné informovanosti a špatnému zaškolování zaměstnanců. Následně jsme zjistili, že přiřazení komponent u některých stanic neodpovídá realitě, kde například jsou komponenty přiřazeny právě u operace, ke které se spotřebovávají, ale přitom samotná manipulace robotem ve stanici již začala, tudíž je možné, že kus vypadne a ztratí se a nebude tedy nikdy odepsán, viz stanice sváření.

Původní plán tedy byl změnit pracovní postup, tak aby reflektoval přesně to, co se fyzicky ve stanicích děje. Představení tohoto plánu oddělení controllingu se ale nestalo šťastným, jelikož měnit pracovní postupy za chodu linky není možné a při velkém procentu rozpracovaných kusů to ani nelze udělat, došlo by totiž k nové výrobě nových polotovarů s novými čísly a v prozatímní zásobě by ani nešlo poznat, které jsou tedy ty staré a které nové.

Následně jsme se tedy snažili najít taková řešení, která je možné provést během letní dvoutýdenní odstávky výroby, během které jsou plánovány servisy stanic. Takže jsme dostali limit na přípravu necelé dva měsíce a začali s přípravami.

V následující podkapitole jsou představeny jednotlivé návrhy na zlepšení, návrh, který se nakonec podařilo uskutečnit během letní odstávky je podrobněji představen ve vlastní podkapitole.

3.1 Varianty optimalizace materiálového toku

V této podkapitole se zaměříme na všechny navrhované změny, které byly navrhnuty k optimalizaci materiálového toku výrobku GEN3.

3.1.1 Návrh na zlepšení šrotování

Vzhledem ke zjištění, že proces šrotování kusů neprobíhá korektně, jsme navrhli několik možností pro lepší proces se zacházením se zmetky. Jak již bylo řečeno, některé kusy byly šrotovány dvakrát, některé vůbec a v ostatních případech byly šrotovány podle toho, který operátor danou činnost zrovna dělal. Nebyl tedy jednotný postup a nikdo jistě nevěděl, který kus je jak zahlášen a co tedy pořádně v daný okamžik obsahuje za přiřazené komponenty podle kusovníku.

Rozhodli jsme se tedy pro následující opatření:

- *Sjednocení systému šrotování*

Jelikož každý operátor kvality šrotuje kusy dle svého způsobu, a ne u všech je stejný, někdo šrotuje okamžitě, jiný si to spočítá, napíše na papír a šrotuje ve svém volném čase, ostatní zase považují kus za finální a jiní pouze za komponenty, rozhodli jsme se pro vytvoření komplexní návodky na roztřídění vyšrotovaných kusů. Sestavili jsme návodku, kde byly jednotlivé fotky komponent i s označením stanic, ze kterých vypadly, a následně důvody, na kterých mohly vypadnout.

Tento způsob měl sloužit i k tomu, abychom byli schopni rozlišit výrobní a technologický šrot. Technologickým šrotem je myšlen takový šrot, který je způsobem nastavením parametrů stanic, tedy takový, který není ovlivněn samotnou výrobou.

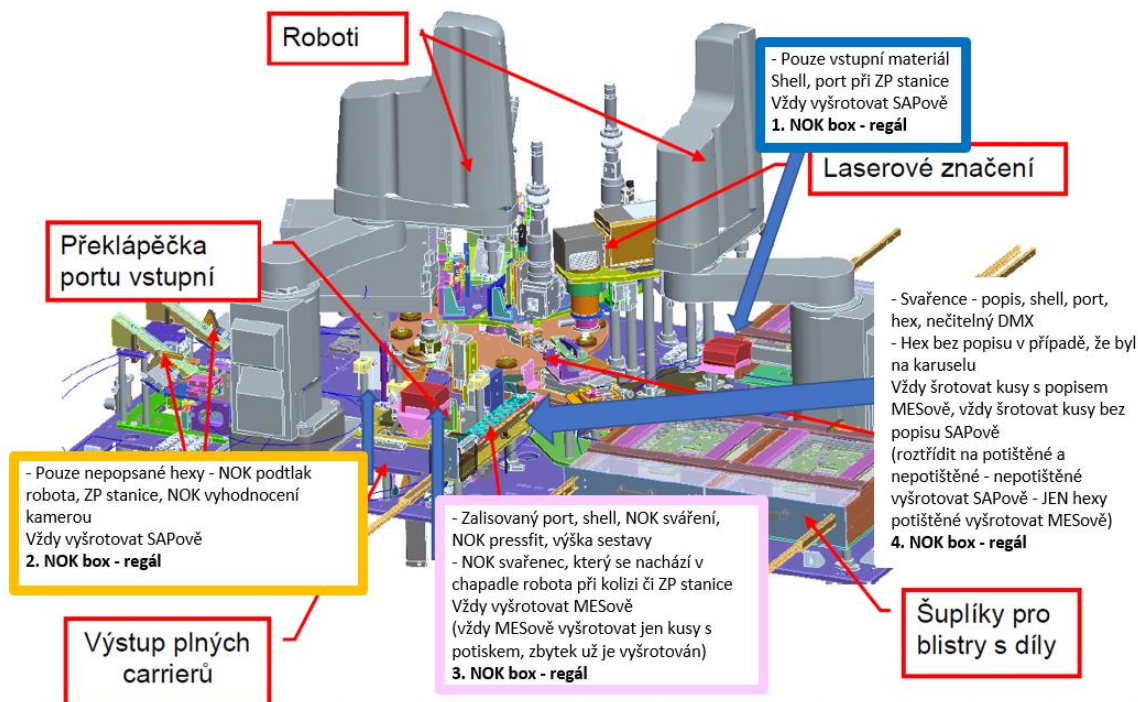
- *Vytvoření sběrného místa pro NOK kusy*

Vzhledem k tomu, že předchozí krok nebyl dostatečný, následovalo toto opatření, tedy vytvoření sběrného bodu a nastavení pravidel šrotování přímo v jednotlivých boxech, kdy návodka již není potřeba a operátor šrotuje pouze to, co má na boxech.

Systém funguje následovně:

Každá stanice obsahuje sběrné červené NOK boxy, některé stanice mají i více takových boxů. Vzhledem k situaci, že během výroby docházelo k sesypávání boxů do jednoho, nelze poté určit, které kusy jsou které. Došlo tedy k vytvoření nového regálu, kde každý box z jednotlivých stanic měl i své místo v daném regálu. Použitím metody poka-yoke, kdy každý NOK box dostal svou barvu s popiskem materiálu, který se uvnitř nachází, a s kódy pro šrotaci, aby nedocházelo k záměně komponent.

Bylo tedy potřeba sestavit detailní plán všech stanic a kusů, které se nacházejí v kterém boxu, následně vytvořit regál s dalšími boxy, které byly také polepeny návody. Ukázkou tvorby schématu stanic s červenými boxy a popisy, které kusy se zde nacházejí, můžeme spatřit na obrázku číslo 16. Obrázek vyobrazuje stanici svařování a popisky jednotlivých NOK boxů v této stanici s postupem, jak jednotlivé kusy šrotovat.



Obrázek 16 Ukázka tvorby popisu NOK boxů ke stanici (Interní informace Společnost, 2019)

Ve skutečnosti to vypadá tak, že box ve stanici má například štítek modré barvy a k němu náleží další box v regálu, také s modrým štítkem, do něj operátor vysype box z linky a dál se o to nestará. Operátor kvality vezme box z regálu, na kterém jsou nalepeny obrázky s kusy, které by měl box obsahovat, také obsahuje čárové kódy s čísly materiálů, které má vyšrotovat, a důvody, které jsou pro daný box relevantní. Operátorovi kvality už pak tedy jen zbývá spočítat kusy a načíst příslušné kódy a nedochází tedy k žádným záměnám.

- *Změna přiřazení komponent v pracovním postupu*

Tato změna se týká problému přiřazení komponent, kdy jednotlivé komponenty máme v pracovním postupu přiřazené k operaci, kdy se s nimi děje daný úkon, avšak ne vždy až v tomto kroku dochází k jejich spotřebě. Některé kusy jsou již přiřazené o pár kroků dopředu, a pokud se daný proces nepovede, měly by být materiály také vyšrotovány, to se však neděje. Přiřazení komponent budeme podrobněji řešit přímo v konkrétních pracovních postupech.

3.1.2 Změna pracovního postupu verze A

První, avšak ne tak úspěšnou verzí pracovního postupu byla verze A. Ve verzi A jsme navrhovali, aby polotovar vznikl vždy po nějakých konstrukčních celcích, tedy vždy po každé stanici.

Takže polotovar svařence by vznikl ihned po svaření kusu, myčka by pak mohla být první operací pro čistý prostor a zde by problém nebyl. Konektory by to měly celkem složitější, zde by vznikalo až příliš moc polotovarů, polotovar slepeného konektoru, polotovar po peci a následně polotovar po navaření kusu z čistého prostoru.

Tento způsob se jeví jako nejvhodnější pro materiálovou logistiku i kvalitu z důvodů šrotování, ale není vhodný pro logistiku, která na každém konstrukčním celku musí plánovat zakázky, zbytečně by to zesložilo situaci s plánováním a v konečném důsledku by to pomohlo pouze při počítání.

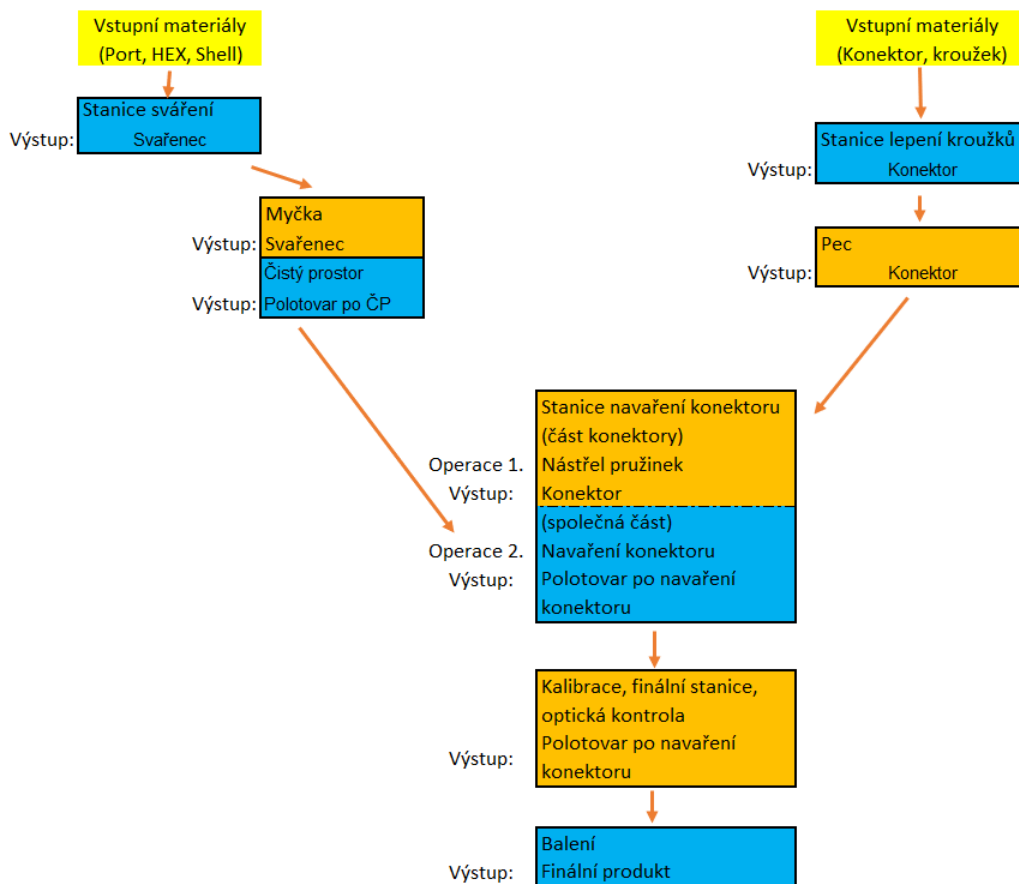
Vzniklo by nám celkem přes devět polotovarů, což je i celkem zbytečné, chceme optimalizovat, nikoli opačně. Tak znělo rozhodnutí k tomuto návrhu. Tudíž byl tento způsob změny pracovního postupu zamítnut.

3.1.3 Změna pracovního postupu verze B

Verze B pracovního postupu již byla připravovaná ve větším detailu společně s logistikou, jak by oni nejlépe potřebovali vytvářet polotovary, aby se jim lépe plánovalo, například v případě s konektory, jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách.

Prvním požadavkem bylo vytvořit polotovar ihned po prvních stanicích, na tomto požadavku se shodly všechny strany, zde nebyl shledán žádný problém. Společným požadavkem také bylo, aby v těchto prvních stanicích docházelo k přiřazování komponent ihned na prvních operacích a všech komponent najednou, jelikož stanice tak s nimi již manipuluje. Všechny tyto požadavky byly zatím reálné. Schéma pracovního postupu B můžeme vidět na obrázku číslo 17, který si vzápětí podrobněji popíšeme.

Pracovní postup verze B



Obrázek 17 Schéma pracovního postupu verze B (Interní informace Společnost, 2019)

Jak tedy můžeme vidět, barevné schéma je použito stejně jako při předchozím postupu, tedy oranžové buňky jsou buňky bez zpětného hlášení a modré jsou zahlášení polotovaru, či finálního produktu.

Hned po prvních stanicích dojde k tvorbě polotovaru svařence a konektoru. Myčka byla posunuta jako první operace v čistém prostoru a následně čistý prostor beze změny. Na straně konektorů dochází k zahlášení po první stanici, následně po peci nedojde k žádnému dalšímu zpětnému hlášení a kusy jdou jako polotovar konektoru do stanice navaření konektoru, kde se nastřelí pružinky a spojí s polotovarem po čistém prostoru. Po tomto navaření by vznikl „polotovar po navaření“, tedy jeden kus jak fyzicky, tak účetně. Následně by kus pokračoval výrobou pod jedním číslem až do konce, kde se zabalí a vznikne číslo finálního produktu.

Pro nás se však zdá, že tento postup žádnou chybu nemá a je možné ho takto vytvořit, ale ze strany MESové komunikace máme problém. Problém je na straně konektorů. Pro vysvětlení, MES kouká na kus od začátku již jako na číslo polotovaru, je tedy potřeba mu přiřadit zakázku a říct, jak bude finální kus vypadat, jakou bude mít finální variantu, ale jelikož finální variantu kusu určuje až kalibrace, nemůžeme tedy u polotovaru, který chceme

spotřebovat ve stanici navaření určit, jakou bude mít finální podobu. Jelikož by totiž kus při vstupu do pece měl být už předem určen, do jakého půjde svařence, což v tuto chvíli nejde, nemůžeme v jednom procesu spojit polotovar po čistém prostoru s rozpracovaným konektorem, jehož zakázka by se v tomto případě měla ukončovat navařením. Prakticky je tedy nemožné, aby již při vstupu do pece jsme rozhodli o tom, na jaký typ se bude následně konektor zahlašovat do kalibrace.

Na druhé straně je zde SAP, který na kusy nekouká již při vstupu, ale naopak až na konci pracovního postupu, kde si sebere materiály z kusovníku, časy z postupu a vznikne polotovar, který mu řekneme. Bylo by tedy potřeba po nástřelu pružin zahlásit další polotovar, aby se kus ukončil a následně mohl spotřebovat do dalšího polotovaru, který by tvořil polotovar konektoru s pružinkami a polotovar po čistém prostoru. Tímto tedy zjišťujeme, že tato verze pracovního postupu je také nepoužitelná v praxi.

3.1.4 Změna pracovního postupu verze C

Vzhledem k zamítnutí předchozích pracovních postupů A i B jsme vytvořili další verzi pracovního postupu, tento pracovní postup vyhovuje už všem stranám a měl by být plně funkční. Nakonec jsme našli vhodnou variantu, jak vymyslet tvorbu polotovarů, aby byly splněny všechny podmínky a funkčnost všech toků.

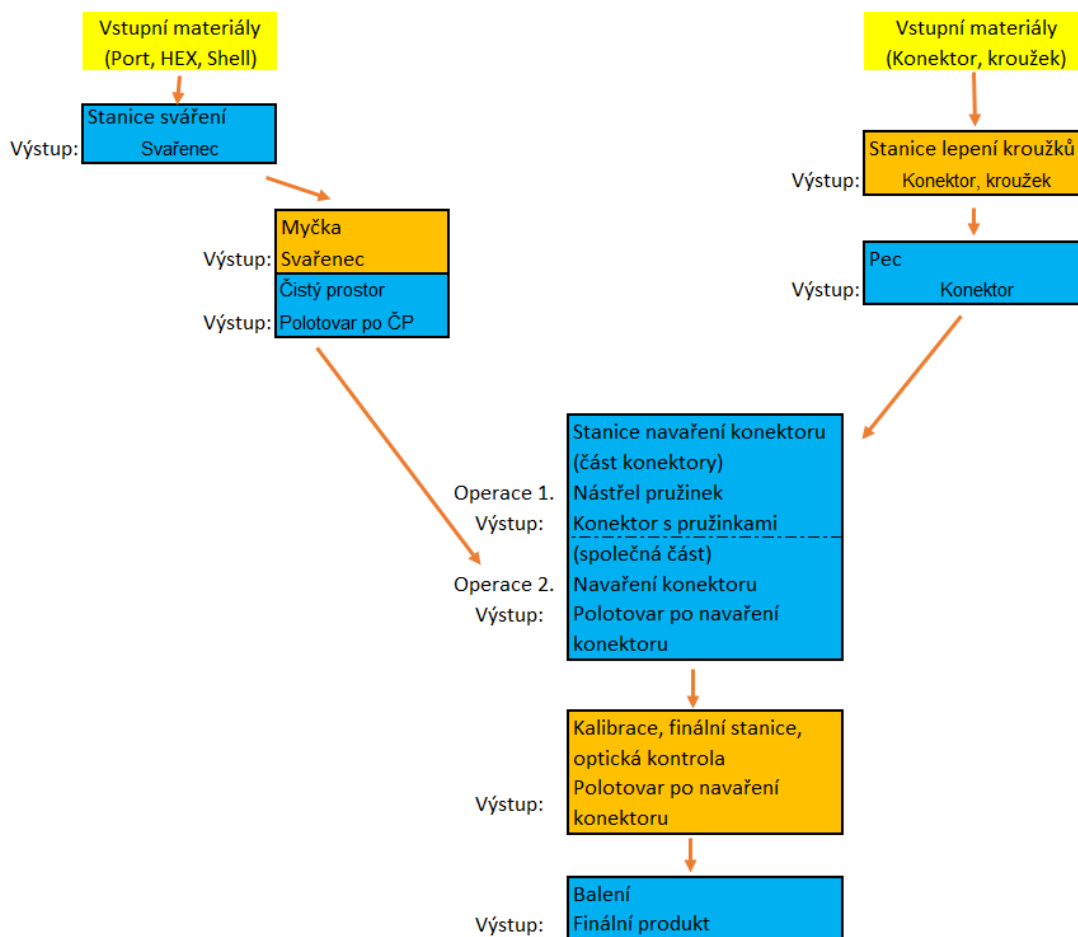
Jak můžeme vidět na obrázku číslo 18, tvorbu polotovarů po první stanici jsme u konektorů změnili. Strana se svařenci zůstala stejná, zahlášení probíhá ihned po první stanici a následuje myčka, po které se již nezahlašuje, následně kus vstupuje do čistého prostoru. Přiřazení komponent si rozebereme v následující kapitole, kde si představíme kompletně celý pracovní postup. Na druhé straně konektory jsou v tomto postupu vytvářeny jinak než v předchozích dvou. Po první stanici se nezahlašuje žádný polotovar, ale kusy opět vstupují do pece jako surové materiály, polotovar se zahlásí až po vypečení.

Změnou v tomto pracovním postupu je to, že jsme vytvořili nový polotovar, a to po nástřelu pružin, v praxi by to mělo fungovat tak, že kusy se po vypečení načtou do aplikace, která hlídá čas vychladnutí, tím se zahlásí jako konektory po vypečení, po následném vychladnutí se načtou do stanice navaření konektoru. V této stanici dojde k nástřelu pružin, ihned po tomto nástřelu se zahlásí polotovar s pružinkami, který se vzápětí okamžitě spotřebuje do nového polotovaru navařením na polotovar z čistého prostoru.

Splnili jsme tím všechny podmínky, které nešly splnit předchozími pracovními postupy, a tak se můžeme dostat na další stanice, kde však již žádné další zahlašování není potřeba. Kusy již mají všechny potřebné materiály spotřebovány a již k další spotřebám na následujících

stanicích nedochází. Poslední zpětné hlášení probíhá opět až na operaci balení, kdy dojde k vytvoření finálního produktu výrobku GEN3 a spotřebování jednoho polotovaru. Konkrétněji si pracovní postup rozebereme v samostatné podkapitole týkající se samotného pracovního postupu varianty C.

Pracovní postup verze C



Obrázek 18 Schéma pracovního postupu verze C (Interní informace Společnost, 2019)

3.2 Podrobný popis navrženého opatření

V téhle kapitole se zaměříme na konkrétní řešení optimalizace materiálového toku při výrobě výrobku GEN3, které bylo vybráno jako nejvíce optimální a vhodné. Detailněji si projdeme pracovní postup a jednotlivé změny, které byly provedeny v pracovním postupu, kusovníku daného výrobku a všech úprav, které byly s tímto projektem provedeny. Projdeme si akční plán, který byl součástí projektu optimalizace materiálového toku ve Společnosti. Zaměříme se i na problémy, které vznikly během a po implementaci dané změny v pracovním postupu, a nejen v něm, ale i v celém systému výroby výrobku GEN3 ve Společnosti.

3.2.1 Pracovní postup verze C

Nyní si představíme změny v pracovním postupu, které byly pro úpravu potřebné. Rozdělíme si pracovní postup podle částí, ve kterých vznikají polotovary, tedy na konektory, svařence a následně nejkomplicovanější část a tou je zpětné hlášení ve stanici navařování konektoru.

- *Pracovní postup C – polotovar „svařenec“*

Nyní si rozebereme, k jakým změnám došlo při tvorbě svařence. V původním postupu docházelo k zahlášení po myčce, jak můžeme vidět na obrázku číslo 19, zde dochází k zahlášení ještě před myčkou.

Materiál	Svařenec		Operace	Pracoviště	
	Stanice svařování:	Operace			
HEX, Shell, Port	1010	T6201010	1010	Line control	MMS
	1020	T6201020	1020	Laser Marking	MMS
	1025	T6201025	1025	PressFit	MMS
	1030	T6201030	1030	Welding 1	MMS
	1040	T6201040	1040	Welding 2	MMS
	1050	T6201050	1050	CO2 CLAENING	MMS
	1060	T6201060	1060	DMX check + Unloading	MMB
	1064	T6201064	1064	Part washing	MMN
	9000	APOM10_H	APO GEN3 HALB M10+M12		

Obrázek 19 Pracovní postup C – polotovar svařenec (Interní informace Společnost, 2019)

Změny jsou vyznačeny žlutě na obrázku výše. Zkratka MMB nám tedy říká, že zpětné zahlášení probíhá na operaci 1060, což znamená, že pokud stanice vyhodnotí kus jako správně svařený, dojde k zahlášení a vzniká nám polotovar svařence na poslední operaci ve stanici.

Další změnu, kterou můžeme zaznamenat je v přiřazení komponent, všechny tři materiály jsou přiřazeny ihned k první operaci, je tak stanoveno proto, aby při kolizi robota, který například ztratí nějakou komponentu a po ní následuje základní poloha, došlo k odebrání všech kusů, což se tak v praxi děje, jsou pak tedy všechny komponenty vyšrotovány.

Poslední změnou, ke které v tomto pracovním postupu došlo, je změna kódu na operaci 1064, kde původně byl kód MMB, který znamenal zpětné hlášení, nyní se žádné zpětné hlášení nekoná, tudíž operace je v postupu povinná, avšak žádné zahlášení následovat nemusí, jelikož kus rovnou z myčky vstupuje do čistého prostoru, zde totiž nemůže nastat jiná skutečnost a do výrobku nevstupuje žádný další materiál.

Plán do budoucnosti je odstranění procesu mytí, tudíž nyní máme flexibilní pracovní postup pro tuto změnu.

Na závěr tedy můžeme říci, že změny, které byly požadovány u tohoto polotovaru, byly úspěšně tímto novým pracovním postupem zvládnuty.

- *Pracovní postup C – polotovar „po čistém prostoru“*

Pracovní postup v čistém prostoru nebyl při této změně vůbec nijak změněn, zůstal tedy stejný jako na obrázku číslo 12. Nebylo potřeba žádných změn, polotovar je zahlášen při přechodu z čistého prostoru ven do stanice navaření konektoru.

- *Pracovní postup C – polotovar „konektoru“*

K zahlášení konektorů docházelo v původním pracovním prostoru až po nástřelu pružinek, ve stanici navaření konektoru, kde tento polotovar následoval do dalších stanic, ke spotřebě došlo až při zahlášení finálního produktu.

Zde jsme měli požadavek ke vzniku již po první stanici, což v tomto případě tedy není splněno, dojde k němu totiž, jak můžeme vidět na obrázku číslo 20, až po vypečení v peci, tedy na operaci 5090.

Konektor				
Stanice lepení kroužků:				
Materiál	Operace	Pracoviště		
	5010	T6205010	5010 Line control	MMN
Konektor	5020	T6205020	5020 Putting connector on nest	MMS
	5030	T6205030	5030 Plasma activation	MMS
Lepidlo	5040	T6205040	5040 Glue dispensing	MMS
Kroužek	5050	T6205050	5050 RINGS ASSEMBLY	MMS
	5055	T6205055	5055 Glue Weigh check	MOS
	5060	T6205060	5060 Pick part to carrier	MMS
	5070	T6205070	5070 Putting carriers to magazine	MMS
	5080	T6205080	5080 Curing start	MMS
	5090	T6205090	5090 Curing exit	MMB
	9000	APOGEN3S	APO GEN3 Subassembly	MMS

Obrázek 20 Pracovní postup C – polotovar konektor (Interní informace Společnost, 2019)

Toto řešení bylo nejoptimálnější, pokud bychom totiž chtěli kus zahlašovat při poslední operaci v první stanici, museli bychom následně před vypékáním kusy znovu načítat do nových zakázek a jelikož v peci nevstupuje žádný materiál, není možné sestavit pracovní postup pro výrobek bez přiřazení nových komponent. Znamená to tedy, že pokud začínáme nový pracovní

postup, je nutné všechny kusy do postupu zaevidovat, zbytečně by to prodlužovalo čas strávený na výrobě všech kusů. Nyní tedy není potřeba kusy nijak načítat, zůstávají ve staré zakázce a pod starým polotovarem až do vypečení, kdy se následně zahlásí jako polotovar. Následně se pak načítají až ve stanici navařování konektoru.

V přiřazení komponent nedošlo k žádným změnám, komponenty se přiřazují stále stejně jako v původním pracovním postupu.

Další změnou, která je v tomto postupu zvýrazněna žlutě, je přidání nového APO pracoviště. APO pracoviště je část v pracovním postupu, která je pouze na úrovni SAPu, slouží pro logistika a na této úrovni on si plánuje zakázky, nijak neovlivňuje časy výroby výrobku, ani náklady s tím spojené.

Závěrem k této změně můžeme tedy říci, že jsme sice nesplnili požadavek zahlašování po stanici, ale na druhou stranu jsme byli seznámeni s faktem, že v budoucnu budeme nakupovat konektory takové, které již budou kroužek obsahovat od dodavatele, nebude tedy potřeba ani stanice lepení konektorů, ani proces vypékání v peci, budeme tedy schopni rychle zareagovat na změnu v pracovním postupu, a to nahrazením nového čísla materiálu, který bude rovnou vstupovat na stanici navařování konektoru, což nyní vidíme jako velkou výhodu, s původním pracovním postupem by to nebylo možné.

- *Pracovní postup C – polotovar „konektoru s pružinkami“*

Konektor s pružinkami je úplně nový polotovar, je to ve své podstatě původní polotovar konektoru. Dochází totiž k zahlášení na stejném místě, kde původně docházelo k zahlášení konektoru, ale původně se spotřebovávaly všechny surové materiály. Nyní se spotřebuje polotovar konektoru po peci a tři pružinky.

Pracovní postup konektoru s pružinkami můžeme vidět na obrázku číslo 21, vznik tohoto polotovaru je vázán k operaci 5130. Po načtení kusů do stanice dojde ihned k přiřazení komponent, konkrétně tedy polotovaru konektoru s kroužkem na operaci 5095. Následují klasické operace, které byly i v původním pracovním postupu. Tedy odměřujeme výšku sestavy konektoru s kroužkem, dále testujeme přítomnost lepidla, únikem tlaku vzduchu, pokud jsou všechny operace kladně vyhodnoceny, tak na následné operaci nastřelujeme pružinky. Pokud vyhodnocení nástřelu pružin vyhodnotí stanice kladně, vzniká polotovar konektoru s pružinkami.

Konektor s pružinkami				
Stanice navaření konektoru				
Materiál	Operace	Pracoviště		
	5094	T6205094	5094 Line control	MMN
Konektor	5095	T6205095	5095 Curing input new order	MMS
	5100	T6205100	5100 demagazine	MMS
	5110	T6205110	5110 Spring pad Camera check	
	5120	T6205120	5120 Leakage test	MMS
Pružinky	5130	T6205130	5130 Spring feeding	MMB
	9000	APOGEN3C	APO GEN3 Konektor s pružinama	

Obrázek 21 Pracovní postup C – konektor s pružinkami (Interní informace Společnost, 2019)

Vznik tohoto polotovaru byl nutný vzhledem ke tvorbě MESových zakázek, jak již bylo řečeno v předchozí kapitole. Potřebujeme tedy před vznikem polotovaru finálního výrobku mít oba předchozí polotovary ukončené pracovním postupem neboli zpětným zhlášením, jinak by nebylo možné je přesunout do nových zakázek.

- *Pracovní postup C – polotovar „po navaření konektoru“*

Dalším úplně novým polotovarem, který vznikl s pracovním postupem C, je polotovar po navaření konektoru. Jedná se o polotovar, který tvoří nejpodstatnější změnu v celém výrobním procesu výrobku GEN3 ve Společnosti. Jak již bylo řečeno, po stanici, kde se konektor navařil, nedošlo k žádnému zpětnému hlášení, fyzicky se jednalo o jeden kus výrobku, avšak SAPový stav ukazoval dva polotovary. Pracovní postup tohoto polotovaru můžeme shlédnout na obrázku číslo 22.

Polotovar po navaření konektoru				
Stanice				
Materiál	Operace	Pracoviště		
	1324	T6201324	1324 Line control	MMN
	1326	T6201326	1326 start in outside space	
Polotovar po čistém prostoru	1330	T6201330	1330 Load on T2 + DMX check	MMS
	1340	T6201340	1340 Gel Camera check	MMS
Konektor s pružinkami	1360	T6201360	1360 Laser welding Connector with hex	MMS
	1365	T6201365	1365 DMX check	MMS
	1370	T6201370	1370 Unloading to carrier from T2	MMB
	9000	APOGEN3B	APO GEN3 Mechanical assembly	

Obrázek 22 Pracovní postup C – polotovar po navaření konektoru (Interní informace Společnost, 2019)

Vznik polotovaru po navaření je spojen s operací 1370, zde se spotřebují oba dva předchozí polotovary, tedy polotovar konektoru s pružinkami a polotovar po čistém prostoru. Přibylo další APO pracoviště, ke kterému lze nyní plánovat logistické zakázky.

Díky tomuto polotovaru máme daleko flexibilnější výrobu při volbě konečného produktu, jelikož dříve nedocházelo k žádnému zahlášení a kusy následovaly jako dva polotovary až po konec výroby, muselo se již na této stanici volit, o jaký výrobek se jedná a jaký z něj vznikne finální výrobek. Jelikož finálních výrobků je velké množství a liší se pouze od stanice kalibrace, která je až následující, tak nám možnost toho, že variantu finálního výrobku zvolíme až na kalibraci, dovolila flexibilnějšímu rozhodování.

Na stanici navaření konektoru vznikne 6 variant polotovarů, které jsou dané typem konektoru a polotovarem po čistém prostoru, dříve již na počátku stanice navaření konektoru vznikalo 11 různých zakázek podle finálního produktu. Logistika tímto novým polotovarem získala flexibilnější možnost plánování výroby. Varianty finálních produktů a polotovarů po navaření můžeme vidět na obrázku číslo 23, kde si popíšeme jejich odlišnosti.

Varianty	Nastavení typu na stanici	Finální A2C	HALB po čistém prostoru	Konektor po peci
DDI01 VDA	A2C8977100059	A2C90375501	A2C50115590	A2C50114708
DDI05 VDA	A2C8977100064	A2C97839400	A2C50117364	A2C50114708
DDI07 VDA	A2C8977100059	A2C97737801	A2C50115590	A2C50114708
GDI01 Dual Hirschmann	A2C8977080034	A2C89864801	A2C50116304	A2C50114707
GDI02 Single Yazaki	A2C8977070035	A2C93096601	A2C50116305	A2C50114709
GDI03 Single USCAR	A2C8977090035	A2C93096701	A2C50116305	A2C50114710
GDI05 Single USCAR	A2C8977090035	A2C93096801	A2C50116305	A2C50114710
GDI04 Single USCAR	A2C8977090035	A2C93096901	A2C50116305	A2C50114710
GDI06 Single Hirschmann	A2C8977080035	A2C98279501	A2C50116305	A2C50114707
GDI07 Single USCAR	A2C8977090035	A2C38882700	A2C50116305	A2C50114710
GDI08 Dual Hirschmann	A2C8977080034	A2C11457400	A2C50116304	A2C50114707

Obrázek 23 Návodka pro nastavení typu ve stanici kalibrace (Interní informace Společnost, 2019)

Barevné rozlišení ve sloupečku nazvaném „nastavení typu na stanici“ odpovídá 6 různým polotovarům, které vznikají ve stanici navaření konektoru. Poslední dva sloupečky zobrazují čísla materiálů polotovaru po čistém prostoru, kterých jsou 4 typy a 4 typy polotovaru konektoru, různými kombinacemi těchto typů vzniká právě těchto 6 zmíněných variant. Ve sloupečku finální A2C jsou udány právě finální varianty pro konečné zákazníky.

- *Pracovní postup C – finální výrobek GEN3*

Pracovní postup finálního výrobku GEN3 se změnil pouze v tom, že nyní v přiřazených komponentách má pouze jeden polotovar od původního pracovního postupu, kde obsahoval dva (konektor a polotovar po čistém prostoru). Nyní tedy na operaci balení dojde ke zpětnému zahlášení finálního produktu a spotřebě polotovaru po navaření konektoru. Žádné další polotovary v tomto pracovním postupu C nevznikají.

3.2.2 Implementace

Průběh samotné implementace probíhal dle akčního plánu. Jak již bylo předem řečeno, změna pracovních postupů a přepnutí na tento nový pracovní postup výrobku GEN3 musel být uskutečněn během letní odstávky, která trvala dva týdny, tedy 10 pracovních dní. Během těchto deseti pracovních dní bylo potřeba udělat běžné údržbářské práce na všech stanicích, a i změny spojené s tímto projektem.

S touto změnou nesouvisela pouze změna pracovního postupu, bylo potřeba přenastavit i nastavení stanic, přeprogramovat jejich systém. Avšak bez změny výrobního taktu, respektive bez jeho prodloužení, zkrácení by bylo uvítáno. Jelikož jsme na některých stanicích přidávali

operace, bylo obtížné se vejít do času taktu stanice, některé změny jsme ani kvůli tomuto požadavku nemohli uskutečnit, avšak nakonec jsme se všemi úpravami do taktu vešli.

Nyní si projdeme úpravy na jednotlivých stanicích. Úpravy na všech stanicích nebyly potřeba, jak uvidíme níže.

- *Stanice lepení konektoru*

Na stanici lepení konektorů, nedošlo k žádným softwarovým úpravám, zde došlo pouze k úpravě komunikace MES a stanice. Výstup ze stanice zůstává nezměněn. Dále jsme na tuto stanici požadovali přidat externí firmou počítaadlo, které nám bude schopné každý den říci, kolik se vyrobilo dobrých kusů, abychom mohli následně provádět kontroly s výstupy z MESu. Se SAPem zde nelze nic kontrolovat, nedochází zde totiž ke zpětnému hlášení po těchto operacích.

- *Pec pro konektory*

Jelikož pec dříve měla aplikaci pouze na hlídání doby pečení, bylo potřeba přidat další aplikaci, která bude provádět zpětné hlášení. Vznikla zde tedy nová aplikace, kdy po dopečení kusů operátor, který kusy vytahuje na vychladnutí, načte číslo pořadače, do kterého byly kusy po stanici lepení konektorů zadány. Po načtení těchto kusů dojde ke zpracování všech kusů aplikací vázanou na MES a následně proběhne zpětné zahlášení a vznik polotovaru konektoru po peci. Aplikace také odesílá MESu zprávy o dopečení, kde si MES začne hlídat čas chladnutí konektoru, kdyby čas nebyl splněn, následující stanice naváření konektorů kusy odmítne a vyzve operátora, že kusy nejsou dostatečně vychladlé.

- *Stanice sváření*

Ve stanici sváření došlo také ke změně v MES systému, jelikož zpětné hlášení polotovaru probíhá v této stanici, místo původního zahlašování až po myčce.

Na stanici sváření, vzhledem ke změně přiřazení komponent bylo potřeba zásahu externí firmy. Došlo k přeprogramování stanice při načítání vstupních materiálů, souběžně bylo potřeba úpravy ze strany MESu, kde bylo potřeba přidat kontrolu vyžadování všech materiálů na operaci 1020. Výstupem je tedy zahlášený polotovar svařených komponent.

- *Myčka*

Změny v myčce nejsou potřeba žádné, zde došlo pouze ke změně v pracovním postupu, jelikož v pracovním postupu byl změněn klíč komunikace s MESem na MMN, nedochází tedy k žádné komunikaci mezi MESem a SAPem.

- *Stanice navařeni konektoru*

Jelikož v této stanici docházelo k nejvíce změnám, byla samotná implementace nejsložitější. Zde byla nutná úprava od externí firmy, přenastavení komunikace stanice se systémem MES a úprava pracovního postupu. Vzhledem k tomu, že jsme vytvořili nová čísla materiálu, která byla potřeba přidat do operačních panelů. Také se zde musel upravit MES, stejně jako na stanici s konektory, kde bylo změněno zpětné zahlášení.

Prvním krokem bylo rozšíření počtu znaků v označení polotovaru z jedenáctimístného kódování kusů na třináctimístné. Dalším krokem bylo vytvoření nových čísel materiálu, které reflektovaly čísla polotovaru po navařeni konektoru. Pro lepší orientaci obsluhy stanice byly vytvořeny jako kombinace čísel polotovaru z čistého prostoru a surového materiálu konektoru. Jinými slovy lze z této kombinace jednoduše poznat o jaký polotovar z čistého prostoru a polotovar konektoru se jedná. Posledním krokem bylo vytvoření testplánů pro nově vzniklé kombinace čísel. Testplán je soubor parametrů, které chceme, aby MES u jednotlivých kusů během výroby hlídal.

- *Kalibrace*

Zásadní změny proběhly i na stanici kalibrování, jelikož v novém pracovním postupu vzniká polotovar na stanici navařeni konektoru, volba finálního produktu musí být nyní zvolena až při vstupu do kalibrace, což v původním postupu nebylo potřeba a kusy se pouze překládaly a načítaly do kalibrace.

Jde tedy o přidání dalšího procesu, kde bylo potřeba přidat další čtecí zařízení, které při příjezdu kusu do stanice, načte kus a přiřazuje ho do nové zakázky a tím mu přiřadí i výchozí typ finálního produktu. K této změně byla potřeba pomoc externí firmy i fyzická úprava stanice, jelikož bylo potřeba přidat nové čtecí zařízení do této stanice, pomocí kterého stanice snímá kódy z paletek. Předchozí stanice navařeni konektoru vždy každý OK kus přiřadí do přesné pozice na paletce.

Dalším krokem souvisela i úprava čísel materiálů na operačních panelech, stejně jako na předchozí stanici navařování konektorů.

Výhodou přidání čtecího zařízení je odhalení NOK kusů již při vstupu do kalibrace, tudíž nedochází k zabírání kapacity nejužšího místa linky NOK kusy. Před implementováním této čtečky toto nebylo možné a kalibrace rozeznala NOK díl až v průběhu kalibrování. Toto má za následek lepší výtěžnost linky.

- *Finální stanice*

V této stanici nebyly nutné žádné podstatné zásahy, pouze přeprogramování čísel polotovarů, které do stanice vstupují. Toto nastavení je pouze na úrovni MESu, kde zde v této stanici dochází k tisku finálních čísel na konektor.

- *Operace balení*

Na operaci balení bylo zapotřebí přeprogramovat balícího klienta a vyzkoušet, zdali bude fungovat systém odbalování. Tedy, že při funkci odbalení se kusy zpětně zahlásí a rozpadnou zpátky na polotovar a účetně se odepíše stav finálního výrobku a zároveň připiše vznik polotovaru.

- *Ostatní nutné úpravy*

Po této změně bylo nutné upravit spoustu podpůrných systému, aplikací. Například upravit aplikaci pro manuální šrotování NOK kusů, dále bylo potřeba zrevidovat veškerou výrobní dokumentaci, pracovní návodky, kontrolní návodky.

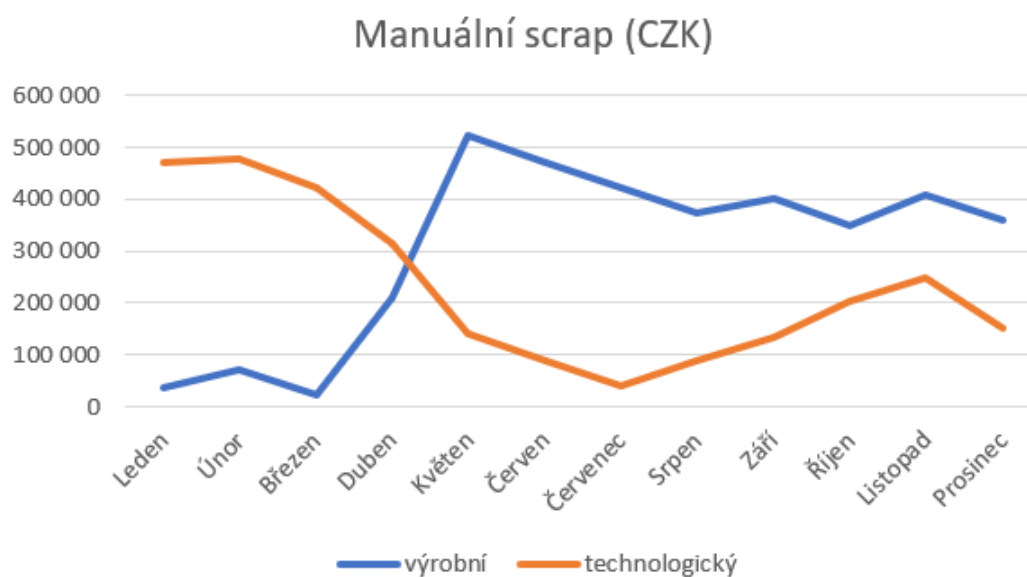
4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

V této kapitole zhodnocení navržených opatření si probereme jednotlivé změny, které se udály v materiálovém toku výrobku GEN3 ve Společnosti. Následně si zhodnotíme s odstupem času změny, které nastaly a jejich efektivitu v reálném provozu. Zdali byly splněny podmínky, které byly stanoveny vedením společnosti a odstraněny potíže, které byly spojeny s původním stavem.

4.1 Zhodnocení změny ve šrotování

S odstupem několika měsíců můžeme říci, že ke změnám opravdu došlo. Tvorba nového regálu ze začátku neměla žádný úspěch, jak u výrobních operátorů, tak ani u operátorů kvality. Avšak svůj účel to splnilo, došlo k rozřazení šrotu na technologický a výrobní, tento detail dříve nezobrazoval důvěryhodné skutečnosti. Jak můžeme spatřit na obrázku číslo 24, šrotování probíhalo první tři měsíce v roce dle starého standardu, tedy tak, že důvody nebyly pořádně objasněny a docházelo k tomu, že operátor kvality si důvody volil podle sebe.

Od dubna, kdy došlo ke změně ve šrotování, můžeme vidět nový vývoj v rozdělení mezi technologickým a výrobním šrotem. Ve skutečnosti tedy byla většina šrotu odepisována důvody, které řadily šrot do technologického šrotu, avšak ve skutečnosti to tak být vůbec nemělo. Špatné kusy se tedy nyní jeví jako poměrně stejně rozděleny mezi výrobní a technologický šrot.



Obrázek 24 Vývoj manuálního scrapu před a po změně (Interní informace Společnost, 2019)

Přínosem není pouze roztřídění šrotu na technologický a výrobní, ale i skutečnost, že nyní šrotují všichni operátoři kvality stejně. Během testování regálu docházelo ještě k mnoha úpravám a doladování, jelikož jsme postupně nacházeli chyby, které jsme při tvorbě udělali a také některé skutečnosti, které jsme opomněli. Jedním z příkladů, který můžeme zmínit, je dvojitě šrotování některých komponent. Na stanici svařování po změně přiřazení komponent na první operaci, kde jsou nyní spotřebovávány všechny materiály, operátor kvality šrotoval jak celý NOK svařenec, tak i jednotlivé komponenty. V praxi to znamená, že HEX s kódem již účetně obsahuje všechny komponenty, avšak fyzicky se na HEXu nenacházejí. Tyto komponenty se nacházejí v jiném boxu se špatnými kusy. Tudíž operátor kvality, některé díly šrotoval dvakrát. Proto bylo potřeba upravit šrotační návodku, kde byly definovány přesné postupy šrotování.

Na závěr ke změně týkající se šrotování můžeme říci, že nastavit šrotování tak, aby odpovídalo skutečnosti a docházelo ke korektnímu šrotování, není možné. Jelikož šrotování probíhá, jak na straně operátora, tak na druhé straně systému stanice, kde je možné systém doladit do úplného pořádku, tak na straně operátora se pořád musíme potýkat s lidským faktorem, který není stoprocentní. Takže s nějakými chybami a odchylkami od reálného stavu se v tomto případě musí počítat, avšak po změně došlo k lepší kvalitě i v této oblasti.

4.2 Zhodnocení změny pracovního postupu

Pracovní postup byl změněn poměrně hodně, ale méně, než bylo požadováno. Vzhledem k požadavku vytvořit polotovary po každé stanici, kterému nebylo vyhověno, jelikož by sice došlo k velkému zpřehlednění celého toku materiálu i dohledu nad jednotlivými polotovary, ale zároveň by to způsobilo další práci pro logistiku v systému plánování.

Touto změnou nám tedy vznikly dva nové polotovary, polotovar konektoru s pružinami a polotovar po navaření konektoru. S touto změnou také souviselo posunout zpětné zhlášení na předchozích polotovarech na zhlášení ihned po první stanici. Po těchto změnách došlo ke zpřehlednění celého toku materiálu a jednotlivých polotovarů. Nyní je možné spočítat, kolik máme surového materiálu v oběhu a je snazší dohledávat způsobené rozdíly, pokud nastanou.

V celém pracovním postupu máme nyní 5 polotovarů (konektor, konektor s pružinami, svařenec, po čistém prostoru a po navaření konektoru).

Prvním přínosem nového pracovního postupu je příprava pro budoucí jednoduché systémové odstranění mycího procesu. Plánem je v budoucnosti odstranit proces mytí z důvodu implementace nové technologie pro zdršňování a čištění povrchu portu. S původním pracovním

postupem bychom byli nuceni odstavit výrobu a měnit pracovní postup. Nyní jsme tedy na změnu připraveni.

Dalším přínosem je již vytvořený polotvar po peci, který v budoucnosti můžeme nahradit již kompletním dodávaným dílem od dodavatele. Bude zde jednoduché vyřadit z procesu pečení konektorů, ale stanici lepení konektoru.

Za další výhodu považujeme flexibilnější plánování finálního výrobku, vzhledem k volbě finálního produktu až na stanici kalibrace. Díky této změně jsme schopni pružněji reagovat na měnící se odvolávky od zákazníka. Můžeme si tedy vytvořit předzásobu před nejužším místem linky, kterou je kalibrace. Po stanici navaření konektoru je potřeba pouze šest skladovacích míst na polotovary (pouze 6 kombinací polotovarů), namísto původních jedenácti pozic (všech finálních variant), jedná se tedy o značnou úsporu místa ve výrobních prostorách.

Velkou úsporu shledáváme také v oblasti inventárních rozdílů, jak vzhledem ke šrotování, tak i změně pracovního postupu. Během týdenních permanentních inventur dochází ke značné časové úspoře, vlivem lepší transparentnosti toku materiálů.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo optimalizovat výrobní proces výrobku GEN3 ve vybrané společnosti, s přihlédnutím ke zhodnocení současného stavu. Práce byla zaměřena na tvorbu pracovního postupu konkrétního výrobku ve společnosti. Jak již bylo řečeno, došlo k několika změnám v pracovním postupu u konkrétního výrobku.

Na základě analýzy stávajícího stavu materiálových toků došlo ke dvěma realizovaným návrhům. Výsledkem práce bylo vytvoření nového sběrného místa na manuální šrotaci kusů a celkové rozšíření a zpřehlednění vyšrotovaných kusů. Došlo k vytvoření seznamu důvodů a následné možnosti roztřídit vyšrotované kusy na technologický a výrobní šrot. Což napomáhá optimalizaci vyšrotovaných kusů a redukci množství šrotu, vhodnými nápravnými opatřeními vázanými přímo k určité stanici, která vykazuje vysoké množství šrotů, společně s důvody, na které je možné přímo navázat. Dalším přínosem této změny je skutečnost, že nyní dochází ke korektnějšímu šrotování ze strany operátorů, kdy nyní šrotují všichni stejně dle stanovené návody vázané ke každému sběrnému bodu.

Druhou implementovanou změnou byla změna pracovního postupu a tvorba nových polotovarů, kterou můžeme zhodnotit jako úspěšnou. Vzhledem ke skutečnosti, že byly dodrženy požadavky vedení společnosti a nebyl prodloužen výrobní cyklus výrobku, byl zpřehledněn tok materiálů, nynější transparentnost materiálového toku a tvorby polotovarů je dostačující pro plánování výroby a provádění permanentních inventur. Touto změnou došlo k redukci strávené času na týdenních permanentních inventurách. Z pohledu plánování výrobních zakázek jsme optimalizovali volbu finálního produktu, kterou jsme posunuli až na operaci kalibrace, kde skutečně k této volbě dochází, došlo tak k flexibilnější možnosti plánování a redukci skladovacích ploch ve výrobě s rozpracovanou výrobou. Výše inventurních rozdílů se také postupně snižuje, zpracováváním starých zásob, které jsou ještě tvořené starým pracovním postupem. Pokud však dojde k nějakému výraznému inventurnímu rozdílu, jsme schopni tento rozdíl identifikovat a najít příčinu vzniku, na rozdíl od původního stavu, kdy jsme nebyli schopni rozeznat, kde nám materiály unikají.

Společnost by mohla dosáhnout dalších úspor pomocí optimalizace materiálových toků i na ostatních výrobních linkách, avšak ne všechny linky se dají poměrně jednoduše přeprogramovat, vzhledem k nemožnosti zastavit linky na delší dobu, či velkému množství druhů finálních produktů.

Závěrem bych chtěla poděkovat všem zúčastněným na tomto projektu, vzhledem k časové tísní a náročnosti změn v této oblasti.

POUŽITÁ LITERATURA

- AALST, Wil van der a Kees van HEE, 2004. *Workflow management: models, methods and systems*. Cambridge: MIT Press. ISBN 97-8026-2720-465.
- HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium. ISBN 80-86175-15-4.
- HÝBLOVÁ, Petra, 2006. *Logistika: pro kombinovanou formu studia*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-914-0.
- JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing a.s. ISBN 978-80-247-5717-9
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Miloš DRDLA, 2003. *Strategické řízení firemních informací: teorie pro praxi*. Praha: C.H. Beck. ISBN 80-7179-730-8.
- KLETTI, Jürgen, 2007. *Manufacturing Execution System – MES*. Heidelberg: Springer-Verlag. ISBN 978-3-540-49743-1.
- KOŽENÁ, Marcela, 2007. *Manažerská ekonomika: teorie pro praxi*. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7179673-2.
- SAP ČR, spol. s r.o., 2019. *Systems, Applications and Products in data Processing*. SAP ČR spol s r.o. [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/index.html>
- SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2005. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books. ISBN 80-251-0573-3.
- STEHLÍK, Antonín a Josef KAPOUN, 2008. *Logistika pro manažery*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-37-8
- ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7179-534-6.
- . VÁVROVÁ, Věra, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing a.s. ISBN 978-80-2471-479-0.
- WAGNER, Bernd a Stefan ENZLER, 2005. *Material Flow Management: Improving Cost Efficiency and Environmental Performance*. Heidelberg: Physica-Verlag. ISBN 978-3-7908-1591-7.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Klíčové aktivity logistiky.....	11
Obrázek 2	Struktura nákladů v závislosti na objemu kusové, sériové a hromadné výroby ..	13
Obrázek 3	Možnost přizpůsobení výrobku individuálním požadavkům zákazníka v jednotlivých typech výroby.....	13
Obrázek 4	Tok materiálu a informací.....	29
Obrázek 5	Sestava výrobku GEN3	30
Obrázek 6	Sestava výrobku GEN3	33
Obrázek 7	Portfolio výrobku GEN3	34
Obrázek 8	Montáž výrobku GEN3	35
Obrázek 9	Pracovní postup – stanice lepení kroužků.....	37
Obrázek 10	Pracovní postup – polotovar konektoru	38
Obrázek 11	Pracovní postup – polotovar svařenec	40
Obrázek 12	Pracovní postup – polotovar po čistém prostoru.....	41
Obrázek 13	Pracovní postup – stanice navaření konektoru.....	42
Obrázek 14	Pracovní postup – finální produkt GEN3.....	44
Obrázek 15	Schéma tvorby výrobku GEN3	47
Obrázek 16	Ukázka tvorby popisu NOK boxů ke stanici	52
Obrázek 17	Schéma pracovního postupu verze B	54
Obrázek 18	Schéma pracovního postupu verze C	56
Obrázek 19	Pracovní postup C – polotovar svařenec.....	57
Obrázek 20	Pracovní postup C – polotovar konektor	58
Obrázek 21	Pracovní postup C – konektor s pružinkami	60
Obrázek 22	Pracovní postup C – polotovar po navaření konektoru.....	61
Obrázek 23	Návodka pro nastavení typu ve stanici kalibrace.....	62
Obrázek 24	Vývoj manuálního scrapu před a po změně	66

SEZNAM ZKRATEK

ASIC	Application-specific integrated circuit
BOM	Bill of Material
DMX	Data Matrix
EDI	Electronic data interchange
EXW	Ex-works
FICO	Financial Accounting and Controlling
FIFO	First in-First out
FSCM	Financial Supply Chain Management
HR	Human Resources
IDOC	Intermediate Document
JIT	Just in time
MES	Manufacturing Execution System
MM	Material Management
MRP	Material Requirement Planning
PCB	Printed Circuit Board
PM	Plant Maintenance
PP	Production Planning
PS	Project System
QM	Quality Management
SD	Sales and Distribution
SMT	Surface-mount

