

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh zefektivnění výroby ve společnosti Safran Cabin CZ s.r.o.

Autor: **Bc. Marie FORSTOVÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Tomáš BROUM, Ph.D.**

Akademický rok 2019/2020

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Tomášovi Broumovi, Ph.D. za odborné vedení a rady, které mi poskytoval během zpracování práce. V poslední řadě bych také chtěla poděkovat rodině za podporu.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Forstová	Jméno Marie	
STUDIJNÍ OBOR	Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Broum, Ph.D.	Jméno Tomáš	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh zefektivnění výroby ve společnosti Safran Cabin CZ s.r.o.		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	72	TEXTOVÁ ČÁST	62	GRAFICKÁ ČÁST	10
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce se zaměřuje na zefektivnění výroby ve společnosti Safran Cabin CZ s.r.o.. V teoretické části se práce zaměřuje na oblast výroby, výrobních systémů a výrobních procesů. Následuje analýza současného stavu výroby společnosti a dále se soustředí na vybraný výrobní proces. Pro tento proces je dále navrženo jeho zefektivnění s cílem redukce lead time.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Výroba, výrobní systém, výrobní proces, lead time, standardizace, letecký průmysl, montáž</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Forstová	Name Marie	
FIELD OF STUDY	Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Broum, Ph.D.	Name Tomáš	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Proposal of production efficiency improvement at Safran Cabin CZ s.r.o.		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	72	TEXT PART	62	GRAPHICAL PART	10
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis focuses on improving the production efficiency in Safran Cabin CZ s.r.o. company. The thesis deals with areas of manufacturing, manufacturing systems and manufacturing processes in the theoretical part. Following is the analysis of existing state of production company and then the work focuses on selected manufacturing process. For this process the efficiency improvement is proposed with the aim to reduce the lead time.
KEY WORDS	Manufacturing, manufacturing system, manufacturing process, lead time, standardization, aircraft industry, assembly

Obsah

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
Seznam grafů.....	11
Úvod.....	12
1 Výroba, výrobní systémy a výrobní procesy.....	13
1.1 Výroba.....	13
1.2 Výrobní systém	13
1.2.1 Typologie výrobních systémů	14
1.2.2 Vlastnosti výrobního systému	17
1.3 Výrobní procesy	18
1.3.1 Struktura výrobního procesu	19
1.3.2 Řízení výroby a její cíle	23
2 Analýza současného stavu výroby	25
2.1 Historie společnosti Safran Group	25
2.2 Safran Cabin CZ s.r.o. v současnosti	26
2.3 Výrobní proces společnosti Safran.....	27
2.4 Detekce úzkého místa výrobního procesu.....	30
3 Popis vybraného výrobního procesu	33
3.1 Finální montáž - popis procesu	33
3.2 Aktuální stav finální montáže	35
3.3 Detekce hlavních příčin úzkého místa.....	38
3.4 Kvantifikace detekovaných příčin úzkého místa.....	41
3.5 Kořenová příčina chybějících/nesprávně vychystaných dílů ze skladu.....	42
4 Návrh k zefektivnění vybraného procesu.....	48
4.1 Popis problému.....	48
4.2 Proces standardizace	51
4.2.1 Návrh standardu konečné montáže – A.....	52
4.2.2 Návrh standardu konečné montáže – B.....	54
5 Zhodnocení.....	57
Závěr.....	60
Seznam použitých zdrojů	61
Seznam příloh.....	62

Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Znázornění výroby	13
Obrázek 1-2: Výrobní systém	14
Obrázek 1-3: Výrobní typy dle programu	15
Obrázek 1-4: Dělení výroby dle rozmanitosti výrobků vs. objemu výroby.....	16
Obrázek 1-5: Výrobní systémy dle plynulosti technologické transformace	17
Obrázek 1-6: Grafické znázornění výrobního procesu.....	19
Obrázek 1-7: Etapy obecného životního cyklu produktu.....	20
Obrázek 1-8: Technologické uspořádání pracovišť	21
Obrázek 1-9: Buňkové uspořádání pracovišť.....	21
Obrázek 1-10: Předmětné uspořádání pracovišť	22
Obrázek 1-11: Uspořádání pracovišť dle rozmanitosti a objemu výroby	22
Obrázek 1-12: Rozhodování o uspořádání výroby a pracovišť.....	23
Obrázek 1-13: Dělení cílů dle úrovně řízení	24
Obrázek 2-1: Vzducholod' Zodiac v roce 1911	25
Obrázek 2-2: Kuchyně od společnosti Safran	26
Obrázek 2-3: Lokace rozdílných typů kuchyněk	27
Obrázek 2-4: Výrobní proces společnosti Safran.....	28
Obrázek 3-1: Jednotlivé činnosti konečné montáže	34
Obrázek 3-2: Išikawa diagram	39
Obrázek 3-3: Proces objednání dílů	43
Obrázek 3-4: Základní příčiny a jejich vzájemné interakce.....	47
Obrázek 4-1: Jednotlivé kity kuchyňky typu G1	49
Obrázek 4-2: Aktivity a jejich vzájemné interakce	50

Seznam tabulek

Tabulka 3-1: Rozdělení času dle výrobní specializace	36
Tabulka 3-2: Průměrné doby zpracování dle monitorování	37
Tabulka 3-3: Výstup z dotazníkového šetření	42
Tabulka 3-4: Procentuální podíl důvodů ze souboru PQC za dané časové období.....	45
Tabulka 4-1: Návrh standardu konečné montáže A – Uspořádané procesní kroky	53
Tabulka 4-2: Návrh standardu konečné montáže A - Časy zpracování	54
Tabulka 4-3: Návrh standardu konečné montáže B – Uspořádané procesní kroky	55
Tabulka 4-4: Návrh standardu konečné montáže B - Časy zpracování	56
Tabulka 5-1: Zhodnocení současné situace a návrhu A	57
Tabulka 5-2: Zhodnocení současné situace a návrhu B	58
Tabulka 5-3: Zhodnocení celkové výroby a návrhu A.....	58
Tabulka 5-4: Zhodnocení celkové výroby a návrhu B	58
Tabulka 0-1: Zadání dotazníku	63
Tabulka 0-2: Přehled činností konečné montáže pro kuchyň G1	64
Tabulka 0-3: Časy zpracování činností konečné montáže	70
Tabulka 0-4: Časy výměn náradí konečné montáže.....	72

Seznam grafů

Graf 2-1: Průměrný výrobní čas na kuchyňku typu G1	32
Graf 3-1: Průměrná doba výroby jednotlivých činností konečné montáže	36
Graf 4-1: Návrh standardu konečné montáže A – Uspořádané procesní kroky	53
Graf 4-2: Návrh standardu konečné montáže B – Uspořádané procesní kroky	56

Úvod

Správné nastavení procesů uvnitř podniku má vliv na jeho životní cyklus. Jejich špatné nastavení ovlivňuje do značné míry životaschopnost daného podniku, jeho kvalitu, výkonnost a v neposlední řadě je zdrojem nejčastějších problémů týkajících se jeho konkurenceschopnosti na lokálním ale případně i na globálním trhu. Postupem času docházelo ke vzniku různě úspěšných vnitropodnikových teorií zabývajících se procesy a procesním řízením podniků. Tohle téma je i v dnešní době čím dál více aktuálnější a to především díky Průmyslu 4.0 a digitalizací, kterou sebou tato revoluce přináší. Právě žádaná konkurenceschopnost nutí podniky si osvojit principy štíhlé výroby a optimalizaci s ní spojenou. Krom výše uvedeného je i *Lead time*¹ velmi důležitým ukazatelem výroby. Od počátku druhé průmyslové revoluce je to jeden z velmi důležitých měřítek úspěchu. Krátký lead time byl pro hromadnou výrobu Henryho Forda důležitý a stále je klíčovým měřítkem ve spojitosti se zákazníkem.

Společnost Safran Cabin CZ s.r.o. chce zredukovat lead time výroby kuchyněk, z důvodu stoupající poptávky od jeho hlavního zákazníka – Airbus. Aby bylo možné uspokojit poptávku se stávající výrobní kapacitou, je třeba zkrátit lead time tak, aby bylo možné ve stanoveném časovém období vyrobit více produktů. Cílem společnosti je zredukovat lead time o 10% a dosažení tohoto cíle je i náplní této práce.

Práce je rozdělena do pěti kapitol, které se dále dělí na jednotlivé podkapitoly a zároveň na sebe logicky navazují. První kapitola seznamuje s pojmy výroba, výrobní systém a výrobní proces. V každé z kapitol je vysvětlen postupný výklad pojmosloví, pro lepší porozumění je text doplněn o obrázky či tabulky. Východiskem pro první kapitolu se stala odborná literatura k daným tématům.

Druhá kapitola s názvem Analýza současného stavu výroby se zabývá z prvu historií společnosti Safran Group, detailněji pak už jen jednou z mnoha poboček francouzské společnosti a to konkrétně Safran Cabin CZ s.r.o. sídlící v Plzni. Kapitola dále popisuje celý výrobní proces této plzeňské pobočky od výroby samotných panelů až po konečný proces balení. V neposlední řadě je zde detekováno úzké místo tohoto výrobního procesu, kterým je konečná montáž.

Konečnou (v práci často používaný výraz – finální) montáží se zabývá třetí kapitola, která je zde popsána. V této kapitole jsou vysvětleny jednotlivé procesní kroky, které montáž obsahuje, dále jsou zde naměřeny časy, které se budeme snažit zredukovat v rámci cíle této práce. Díky detekci hlavních příčin, které vedou k naměřeným časům, a jejich kvantifikaci budeme schopni určit kořenové příčiny dlouhého lead timu konečné montáže.

Čtvrtá kapitola se již věnuje samotným návrhům k zefektivnění výroby ve společnosti Safran Cabin CZ s.r.o.. Nejdříve je však v této kapitole podrobně popsán problém konečné montáže, proto abychom došli k vhodnému návrhu procesu standardizace.

Pátá kapitola zhodnocuje současný stav s navrženými variantami, je zde doporučen vhodný návrh k implementaci.

¹ V doslovném překladu z angličtiny – dodací lhůta.

1 Výroba, výrobní systémy a výrobní procesy

První část práce si klade za úkol seznámit s obecnými poznatky výroby, výrobního systému a výrobního procesu. Cílem je postupný výklad pojmosloví a plynulý přechod k rozdělení výrobních procesů, jako východiska pro další část práce.

1.1 Výroba

Definice výroby je celá řada. Nejčastěji se setkáme s jednoduchým vysvětlením, že se jedná o činnost, při které dochází k přeměně vstupů na výstupy. Tato formulace je správná, avšak dosti široká, záleží na rozsahu rozlišovacích schopností, co si pod vstupy a výstupy dokáže představit. Pro tuto práci se pak jako nejvhodnější jeví definice z knihy Tomka a Vávrové, kteří formulují výrobu následovně. „Výroba je prostředkem uspokojení potřeb vytvořením věcných statků a služeb. Je výsledkem cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup.“ [15] Což je znázorněné na následujícím obrázku 1-1.



Obrázek 1-1: Znázornění výroby
[15]

Výroba je tedy účelná kombinace vstupních faktorů s cílem vytvoření hmotných výkonů či služeb, jejíž realizace se uskutečňuje prostřednictvím výrobních systémů, které budou následně popsány.

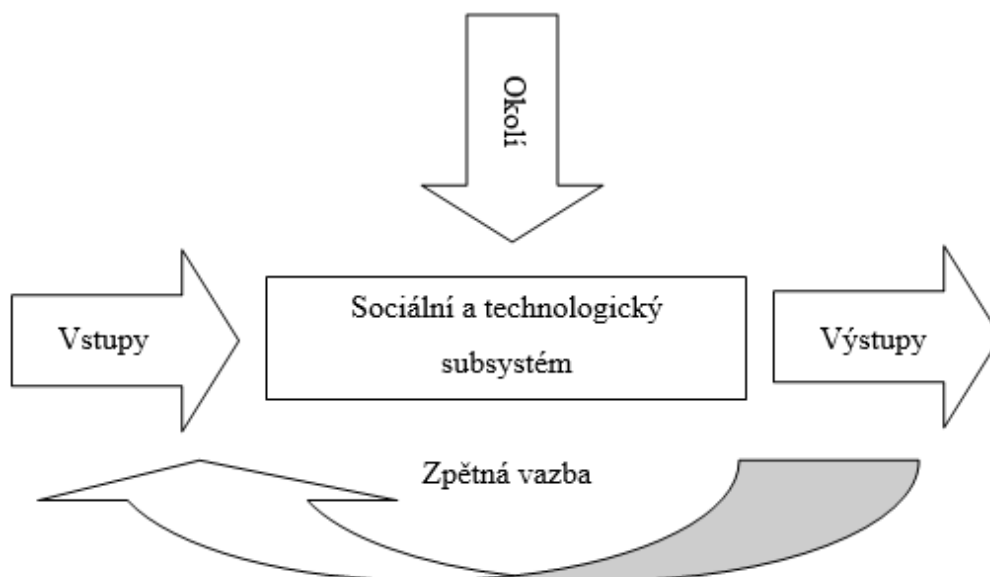
1.2 Výrobní systém

Nejprve si vyložíme pojem systém jako základ pro následné vysvětlení celého pojmu – výrobní systém. „Systém je uspořádaná množina obvykle heterogenních prvků, mezi kterými působí vzájemné vazby, v jejichž důsledku se takto vytvořený celek projevuje vůči svému okolí odlišně, než jak by se projevoval pouhý soubor stejných, vzájemně neprovázaných prvků.“ [18] Na základě tohoto výkladu poté nejlépe výrobní systém, pro účely této práce, definují Tuček a Bobák na obrázku 1-2, který lze popsat následovně: [17]

1. Sociální subsystém zahrnuje pracovníky, činnosti, organizaci a strukturu podniku² ale i lidské vztahy a prostředí výkonu. Technologický subsystém obsahuje technologie a technologické prostředky. Tyto dva subsystémy se vzájemně ovlivňují.
2. Za vstupy si dosadíme prozatím účelnou kombinaci vstupních faktorů.
3. Za výstupy považujeme výrobky a služby, ale také nové užití, informace, odpad a zbytky.
4. Do okolí lze zařadit kulturní a sociální vazby, legislativa ale také etiku a sociální vazby.

² Podnik zde chápeme jako základní samostatný subjekt tržního hospodářství, vybavený lidskými, materiálně technickými, finančními a informačními zdroji, který hledá své postavení, rozvoj a zisky na základě znalostí současné a odhadu budoucí situace na trhu.

5. Zpětná vazba je důležitá z důvodu poskytování informací např. o změnách technologií, o úpravě nastavení apod.



Obrázek 1-2: Výrobní systém
[17]

Jestliže hovoříme o použití vstupních výrobních faktorů, je zapotřebí tyto faktory dále určit. Dle Gutenberga je dělíme na: [15]

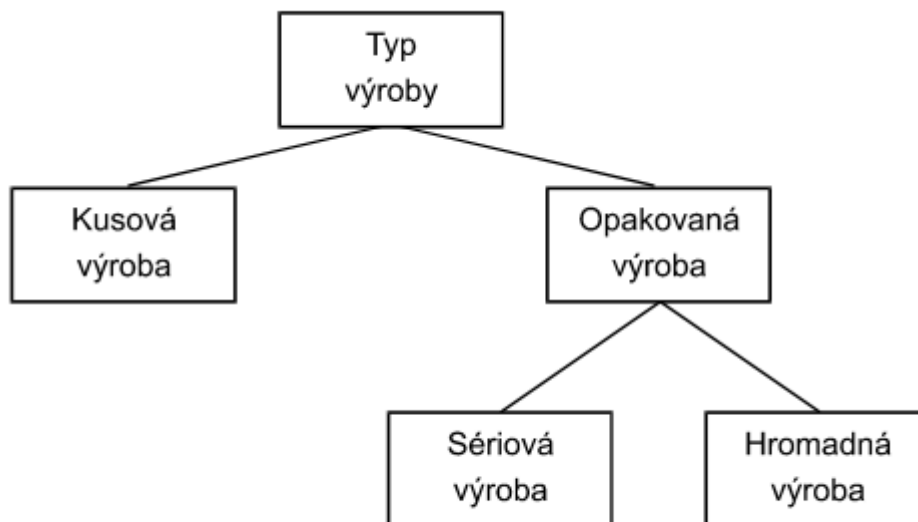
- Elementární, které dělíme:
 - Potenciální – tj. disponibilní výrobní prostředky a pracovní síla ale také například budovy, pozemky, sklady. Tzn. výrobní prostředky, které jsou výkonovým potenciálem ve výrobním procesu,
 - Spotřební – faktory, které spotřebováváme opakovaně, např. suroviny, polotovary, pomocný materiál, režijní materiál, nakupované nebo kooperované položky.
- Dispozitivní – řídicí složky a nástroje, tzn. management výroby.

1.2.1 Typologie výrobních systémů

Výrobní systémy je možno dělit dle různých kritérií. Tomek a Vávrová používají tzv. „tradiční“ kritéria pro dělení výrobních systémů, jimiž je dělení podle výrobního programu, výrobního procesu a podle použitých vstupů. [15] Právě z tohoto dělení bude vycházet následující text, který bude doplněn o dělení výroby dle míry plynulosti.

Typy výrobních systémů dle programu

V širším slova smyslu jde o dělení dle charakteristiky produktů neboli výstupů. Jde o jednu ze základních otázek ve výrobě, kdy se podnik rozhoduje o tom, co bude vyrábět, v jakém množství a v jakém časovém horizontu. Dle množství a rozmanitosti vyráběných produktů rozlišujeme tyto typy výroby – kusovou a opakovanou. Opakovanou výrobu dále rozdělujeme na sériovou a hromadnou výrobu – viz. obrázek 1-3.

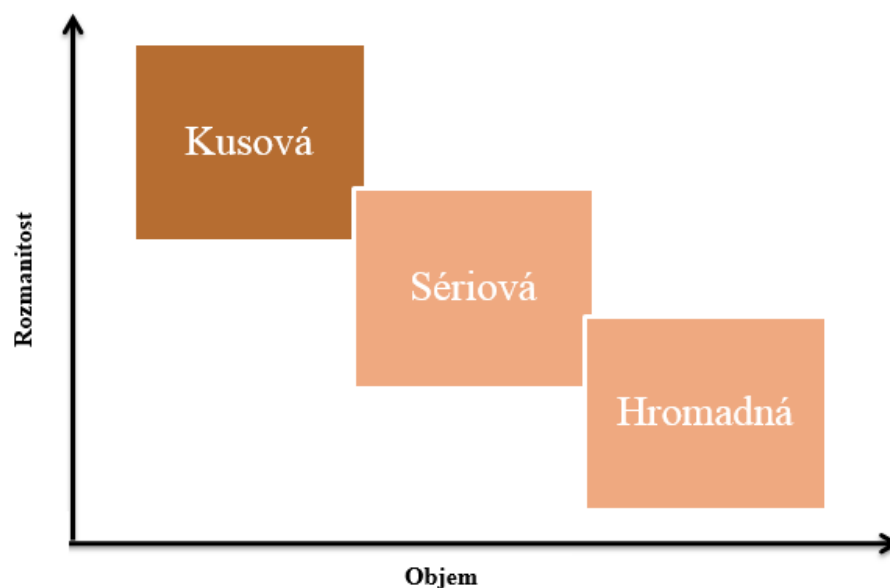


Obrázek 1-3: Výrobní typy dle programu
[6]

Příslušné rozdělení typů výrob: [6]

- Kusová výroba - za tuto výrobu je označován individuální produkt, zpravidla na základě individuální zákaznické zakázky, výrobní zařízení vykazuje vysoký stupeň elasticity. Je zapotřebí používání univerzálních strojů a s tím související vyšší požadavky na kvalifikaci pracovníků. Problémem řízení výroby je především malá možnost předpovědi požadavků, dlouhé dodací lhůty, pokud nejsou na skladě k dispozici díly a sestavy jako výsledek stavebnicovosti. Výhodou při individuální výrobě je velmi efektivní způsob výroby, při kterém je možnost okamžité opravy chyb s minimálními ztrátami.
- Sériová výroba (malosériová, středněsériová a velkosériová) - jedná se o výrobu, kdy se na připraveném výrobním zařízení vyrobí omezený počet stejných výrobků. Výhodou je její velký objem produkce. Negativní stránkou této výroby je změna seřízení výrobních zařízení před novou sérií, vyžaduje se určitá elasticita zařízení.
- Hromadná výroba - stálá, časově neomezená výroba jednoho výrobku v masové míře. Jde zpravidla o výrobu s vysokým stupněm mechanizace a automatizace. Výrobní faktory jsou vysoce specializované. Problémem u tohoto typu výroby je řízení, při kterém jsou ve větší míře akcentovány otázky humánní, jako odstranění monotónnosti práce či zajištění udržení kvalifikovaných pracovníků.

Obrázek 1-4 zachycuje množství vyráběných kusů v závislosti na objemu a rozmanitosti výroby. Z obrázku je patrné, že objem výroby roste čím je jeho rozmanitost menší a naopak.



Obrázek 1-4: Dělení výroby dle rozmanitosti výrobků vs. objemu výroby [8]

Výrobní systémy dle procesu

Jde zde o klasifikaci, která je blíže specifikována níže v kapitole 1.3. Typologie výrobního systému dle procesu určuje zjednodušeně strukturu výrobního procesu a jeho organizační uspořádání. Pod strukturou výrobního procesu si představme typ materiálového toku a jeho spojitost plus počet výrobních operací. Organizační uspořádání výrobního procesu se člení podle technologického principu, který se soustřeďuje na technologii výroby, a dále podle předmětného principu. Ten se koncentruje na samotný produkt a seskupuje jej dle sledu pracovních činností.

Výrobní systémy dle použitých vstupů

Výrobní systémy dle použitých vstupů neboli podílu jejich využití, můžeme dále rozdělit na výrobní systémy dle podílu a jakosti vstupů. Dle podílu vstupů dělíme výrobní systémy na: [15]

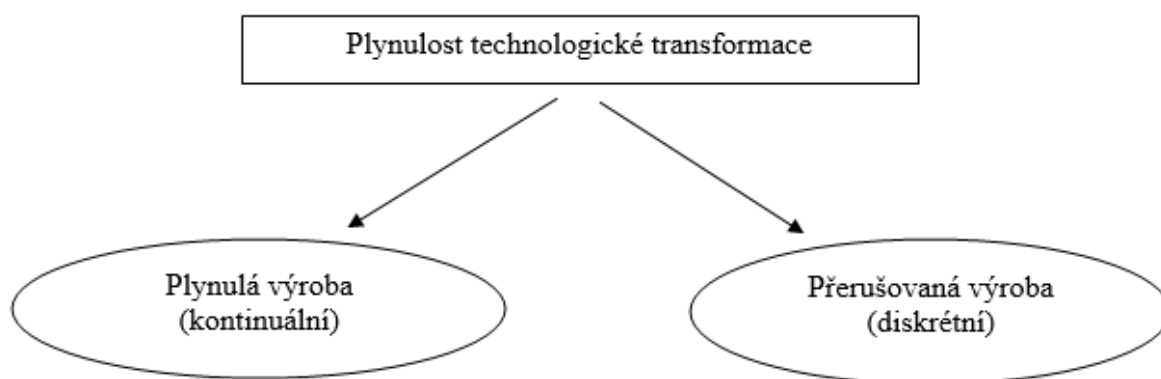
- materiálově intenzivní produkce (zpracování ropy)
- produkce intenzivní na výrobní zařízení
- pracovní intenzivní (převládá zde ruční práce)
- informačně intenzivní (např. nakladatelství)

Pokud jde o jakost vstupů, uvažujeme:

- konstantní úroveň vstupů
- nepravidelná úroveň vstupů (vstupy jsou rozdělovány do jednotlivých kategorií – např. zpracování ovoce, keramické výrobky apod.)

Výrobní systémy dle plynulosti technologické transformace

Podle míry plynulosti technologické transformace dělíme výrobu na výrobu plynulou a výrobu diskrétní – viz. obrázek 1-5. V plynulé výrobě jsou technologické a manipulační procesy na sebe bezprostředně navázány, jde o např. o chemickou nebo hutní výrobu. V diskrétní výrobě je technologický proces střídá s manipulačními procesy a mohou být proloženy čekáním – např. strojní výroba. [6]



Obrázek 1-5: Výrobní systémy dle plynulosti technologické transformace [6]

1.2.2 Vlastnosti výrobního systému

Každý z uvedených typů výrobního systému má svoje vlastnosti. Mezi jeho dvě rozhodující vlastnosti patří – kapacita a elasticita, na základě kterých dokážeme charakterizovat jakýkoliv výrobní systém.

Kapacita

Výrobní kapacita je schopnost produkce výrobního systému nebo výrobní jednotky za určité časové období při použití výrobního zařízení. Tato schopnost produkce je možno popsat kvalitativními a kvantitativními komponenty. [8]

- a) Kvalitativní schopnost výkonu je určována druhem a jakostí kapacitní jednotky,
- b) Kvantitativní kapacita je maximální produkce, kterou lze v podniku vyrobit s dostupnými zdroji.

Elasticita

Výrobní elasticita je míra přizpůsobení a možnost pohyblivosti výrobní jednotky při změně výrobních úkolů. Stejně jako kapacita tak i elasticita má kvalitativní a kvantitativní aspekty. [15]

- a) Kvalitativní elasticita udává možnosti obsazení výrobního systému alternativními typy použití. Ne vždy se jedná o jednoúčelové výrobní prostředky. Je tedy zapotřebí rozlišovat mezi nejen jednoúčelovými a víceúčelovými výrobními prostředky, tj. univerzálními. Tzn., jak velké množství výrobků lze opracovávat jedním výrobním prostředkem.
- b) Kvantitativní rozdělení je schopnost daného výrobního systému reagovat na jeho množstevní změny.

1.3 Výrobní procesy

Ve výrobním podniku bude pro transformační proces užíváno pojmu výrobní proces, který je pak realizační částí hodnototvorného řetězce a uskutečňuje se prostřednictvím výše zmíněných výrobních systémů.

Stejně jako v předchozí kapitole si nejdříve formulujeme pojem proces. „Proces je série logicky souvisejících činností nebo úkonů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků.“ [17] Jestliže tedy výrobu chápeme jako proces, který přidává během transformace ke vstupům přidanou hodnotu a tím generuje požadované produkty, výrobky či služby pro trhy či zákazníky, pak je nezbytné z hlediska podniku zajistit ekonomicky optimální výrobní proces – optimální vztah ke zhodnocení vstupů za účelem co nejhodnotnějších výstupů.³

Výrobní proces je determinován: [5]

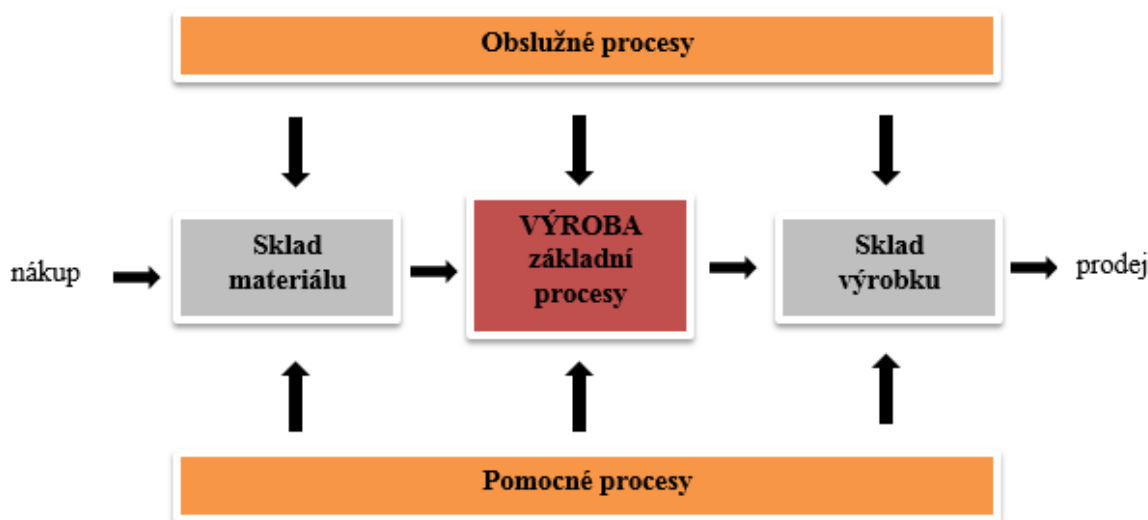
- stanovením výrobku/služby,
- rozmanitostí a množstvím,
- uspořádáním a organizací výroby,
- použitými technologiemi,
- stabilitou výroby,
- schopností reagovat na poptávku.

Následující procesy jsou součástí výrobního procesu, což je uvedeno i na obrázku 1-6: [12]

- Základní procesy
 - Hlavní činnost podniku – představuje transformaci činností, které při svém odbytu tvoří markantní část výrobního procesu
 - Vedlejší výroba – např. výroba náhradních dílů nebo polotovarů
 - Doplňková výroba – „doplňuje“ hlavní činnosti podniku – např. zpracování odpadu
 - Přidružená výroba – tato výroba vůbec nevyužívá výrobní kapacitu podniku
- Pomocné procesy – jedná se o pomocné činnosti k základní výrobě, tj. údržba
- Obslužné procesy – např. skladování, manipulace.

³Hodnotný výstup – lze opět najít nespočet definic. V tržním hospodářství se považuje za hodnotný výstup výroba se ziskem, tj. transformaci kdy výsledná prodejní cena je vyšší než náklady.

Výrobní proces, který se skládá ze základní výroby, případně doplněné pomocnou výrobou a obslužnými procesy (viz. obrázek 1-6), má bezesporu vliv na konkurenceschopnost daného podniku, neboť díky efektivnímu a dobře zorganizovanému výrobnímu procesu je možnost snáz reagovat na požadavky trhu či klientů. Efektivnost chodu výrobního procesu přímo závisí na jeho struktuře.



Obrázek 1-6: Grafické znázornění výrobního procesu
[12]

V souvislosti s výrobním procesem je důležité uvést pojem lead time. Definice slova lead time se zdá být intuitivní. Lead time je čas mezi začátkem a koncem výroby. V dnešní době Industry 4.0 je občas obtížné určit možný začátek a konec výroby. [3]

Je zapotřebí stanovit jasnou definici pro tuto práci, která bude používána v celém textu. Pro účely této práce stanovíme Lead time jako dodací lhůtu od příchodu suroviny, přes výrobu až po jeho předání na expedici hotových výrobků.

1.3.1 Struktura výrobního procesu

Strukturu výrobního procesu lze rozlišit na věcnou, časovou, prostorovou a organizační v závislosti na tom, který z parametrů daného výrobního procesu chceme zkoumat. [5]

Věcné hledisko výrobního procesu

Podle charakteru složek výrobní hovoříme o:

- výrobním profilu a
- výrobním programem.

Výrobní profil je souhrnem výrobních kapacit, tj. veškerá technická zařízení a lidské zdroje. Tyto kapacity jsou odrazem toho, jaký charakter výrobků vyrábíme.

Výrobní program obsahuje souhrn výrobků, které podnik vyrábí, a který určuje strategické vedení podniku v závislosti na poptávce.

Na základě způsobu, jakou cestou vynaložená práce mění vstupy na výstupy, lze výrobní procesy dělit na:

- technologické a
- netechnologické.

Technologické procesy jsou přímo spojené s hlavní výrobou, např. obrábění, tepelné zpracování. Netechnologické procesy dále dělíme na procesy pomocné a obslužné, tj. manipulace, údržba, ale i kontrola kvality.

Ve vztahu k časovému sledu průběhu výroby dělíme výrobní proces následovně: [7]

- předvýrobní – tato etapa zahrnuje veškeré činnosti spojené s vývojem, projekcí, designem, technologickou přípravou ale také obstarání materiálu, nástrojů, měřidel výrobních zařízení atd.,
- výrobní – jedná se o samotnou výrobu až po převzetí výrobku oddělením kvality a předáním na sklad hotových výrobků,
- povýrobní – zahrnuje balení, skladování a následnou expedici.

Toto dělení úzce souvisí se vztahem výrobního procesu k životnímu cyklu produktu. Životní cyklus produktu je zobrazen na obrázku 1-7.



Obrázek 1-7: Etapy obecného životního cyklu produktu [2]

Časové hledisko výrobního procesu

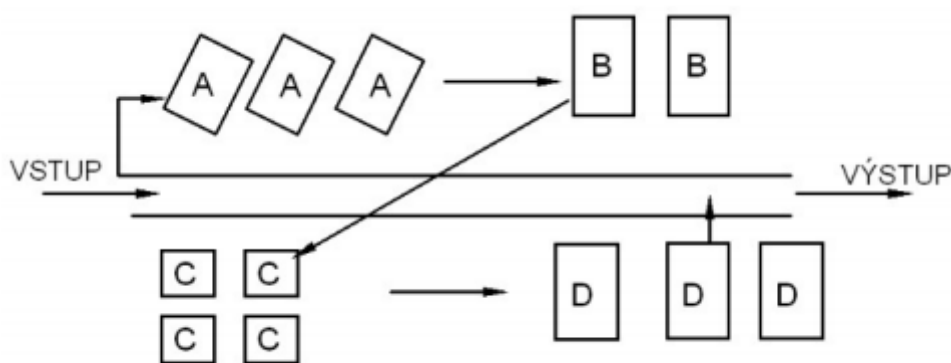
Čas jako veličina může sloužit k měření výrobních intervalů, prodlev, termínů atd. Časové hledisko výrobního procesu určují především následující faktory řízení výroby: [5]

- časové uspořádání výrobního procesu – určení posloupnosti výrobních operací a délky jejich trvání na předepsaných pracovištích,
- výrobní a dopravní dávky – rozdělení dodávek má zajistit plynulost výroby, velikost výrobní dávky je dána kapacitou výrobního procesu, dopravní dávka je určena počtem komponent, které je třeba přepravovat společně,
- průběžné doby výroby – tj. čas, který je zapotřebí k uskutečnění určité části výrobního procesu,
- směnnost – ukazatel vyjadřující v kolika směnách pracovního dne probíhá výroba,
- využití výrobních kapacit – snaha o maximální využití dostupných kapacit,
- prostoje pracovišť – tj. časové intervaly, při kterých se z určitých důvodů nepracuje,
- rozpracovanost výroby – odpovídá peněžní hodnotě výrobních faktorů vázaných v procesu výroby.

Prostorové a organizační hledisko výrobního procesu

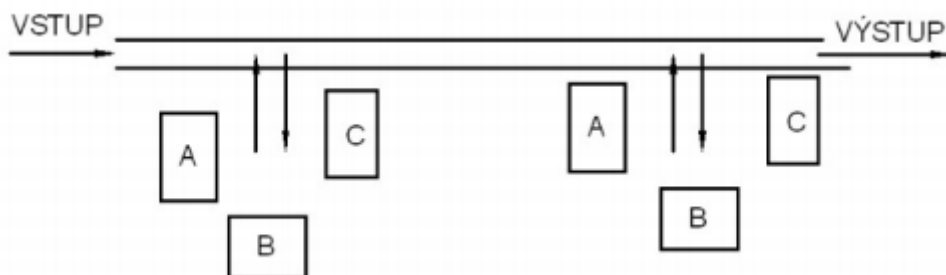
S tímto hlediskem výrobního procesu je zapotřebí řešit dva nutné a ovlivňující se aspekty, a to materiálové toky a uspořádání pracovišť. Pro materiálové toky je rozhodující rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy. Uspořádání pracovišť může být: [5]

- s pevnou pozicí výrobku – Tzn. transformované výrobní zdroje (materiál, rozpracovaný výrobek) se během výrobního procesu nepohybují, oproti tomu transformující zdroje (výrobní prostředky a pracovní síla) přesunujeme dle potřeby výroby.
 - Výhody: vysoká výrobní variabilita, minimální manipulace s výrobkem.
 - Nevýhody: vysoké jednotkové náklady, obtížné plánování operací.
- technologické uspořádání (viz. obrázek 1-8) – Pracoviště jsou uspořádána dle technologické příbuznosti zařízení, tj. výrobek se přesouvá od jednoho pracoviště k druhému.
 - Výhody: vysoká výrobní flexibilita, snadná kontrola výroby, lepší využití strojů atd.
 - Nevýhody: komplikovaný tok materiálu, vyšší nároky na výrobní plochu, rostoucí náklady na dopravu.



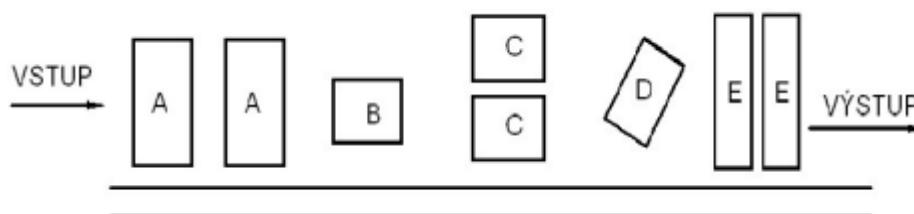
Obrázek 1-8: Technologické uspořádání pracovišť
[14]

- buňkové uspořádání (viz. obrázek 1-9) – Uspořádání, kdy pracoviště jsou rozdělena do skupin (buněk), kde probíhá určitá část výrobního procesu bez přemístění mezi jednotlivými operacemi.
 - Výhody: vysoká produktivita práce, minimalizovaná manipulace s materiálem.
 - Nevýhody: vysoké požadavky na prostorovou připravenost, vyšší nároky na technickou přípravu výroby.



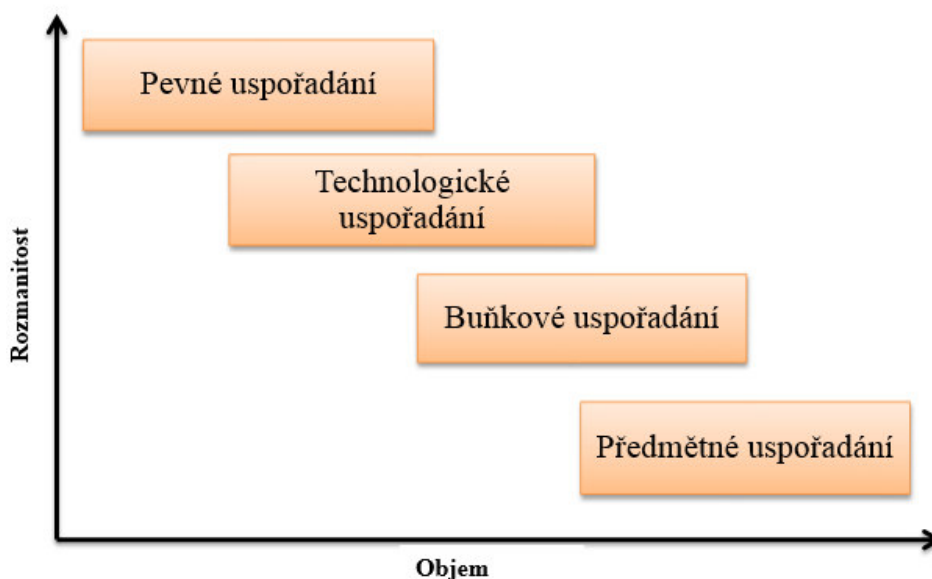
Obrázek 1-9: Buňkové uspořádání pracovišť
[14]

- předmětné uspořádání (viz. obrázek 1-10) – tj. uspořádání pracovišť podle jejich technologických postupů, tak aby jejich mezioperační manipulace byla minimální a plynulá.
 - Výhody: nízké jednotkové náklady, vysoká produktivita, zkrácení mezioperačních časů a průběžné doby výroby.
 - Nevýhody: nepružnost, malá odolnost vůči poruchám.



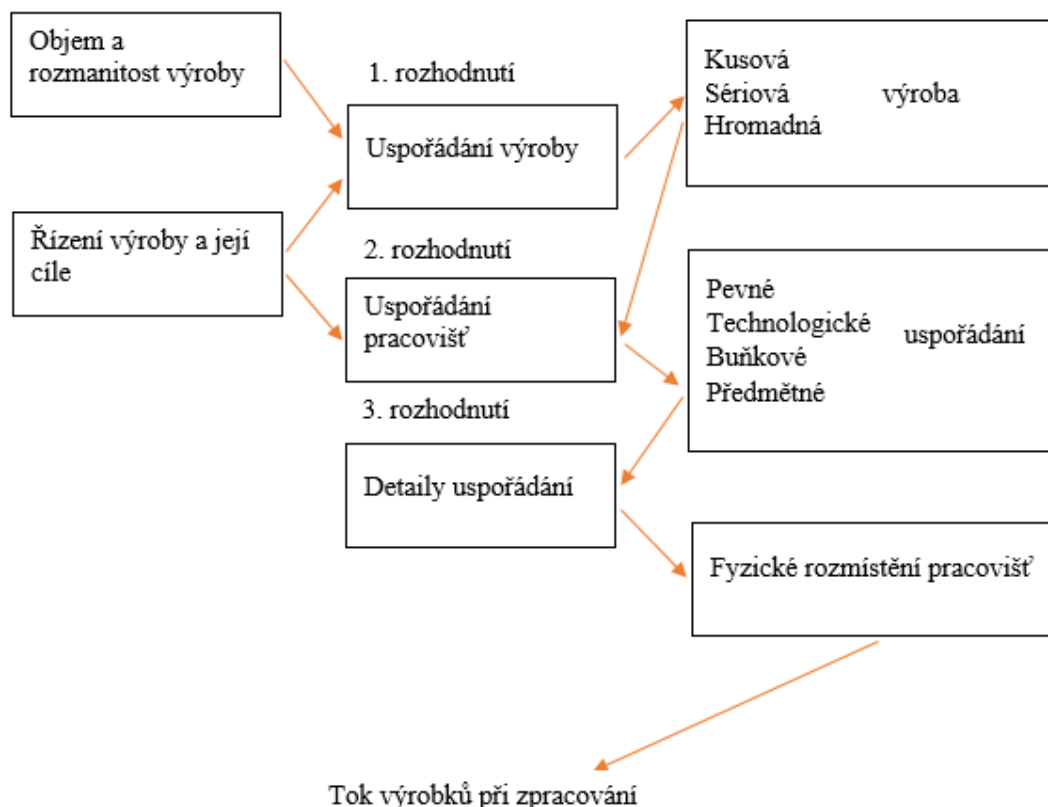
Obrázek 1-10: Předmětné uspořádání pracovišť
[14]

Při výběru uspořádání pracovišť je důležité brát zřetel na objem výroby a na rozmanitosti (variantě) výrobků s ohledem na požadavky zákazníků. Tento vztah je zobrazen na obrázku 1-11.



Obrázek 1-11: Uspořádání pracovišť dle rozmanitosti a objemu výroby
[14]

Rozhodování o tom jak bude výroba uspořádaná a o tom jak budou uspořádané jednotlivé pracoviště by mělo být vzájemně propojené. Hlavními kritérii, které jsou rozhodující, je varieta výroby, objem a vytyčené cíle řízení výroby, což je zobrazeno na následujícím obrázku 1-12.



Obrázek 1-12: Rozhodování o uspořádání výroby a pracovišť

[5]

1.3.2 Řízení výroby a její cíle

Řízení výroby se zaměřuje na optimální a bezproblémové fungování výrobních procesů ve výrobních společnostech. Řízení výroby zasahuje do všech oblastí, které se ve výrobních procesech uplatňují, tedy od plánování potřebného materiálu, informací a energií, přes provoz a údržbu strojů a zařízení či řízení výrobního personálu až po nakládání s rozpracovanou výrobou a hotovými výrobky. Všechny tyto elementy musí systém řízení výroby vhodně časově a prostorově koordinovat. [5]

Řízení výroby obvykle řeší tyto okruhy témat: [12]

- operativní řízení výroby,
- plánování výroby,
- organizace výroby,
- produkční portfolio a jeho struktura,
- produktová strategie,
- zavádění nových produktů do výroby.

Pro úspěšné řízení výroby je třeba znát přesné cíle jak výroby samotné, tak cíle podniku jako celku. Cíle podniku lze rozdělit dle několika kritérií. Příklad rozdělení cílů:

Dle časového horizontu je následující:

- Cíle dlouhodobé
- Cíle střednědobé
- Cíle krátkodobé

Pro každou společnost je práh časového rozdělení jiný, nicméně lze velmi hrubě definovat dlouhodobé cíle jako cíle přesahující jeden kalendářní či fiskální rok, cíle střednědobé v řádu jednotek měsíců a cíle krátkodobé jako cíle nepřesahující jednotky týdnů.

Dle povahy jednotlivých cílů lze obecně definovat následující kategorie:

- Cíle kvalitativní
- Cíle časové
- Cíle nákladové či finanční

Dle úrovně řízení lze dále cíle podniku dělit na:

- Cíle strategické
- Cíle taktické
- Cíle operativní

Jako nejzásadnější lze označit cíle strategické, které dále ovlivňují nastavení cílů na nižších úrovních řízení. Strategické cíle definují dlouhodobou a globální vizi společnosti, měly by být nastaveny tak, aby zajišťovaly prosperitu a rozvoj společnosti, udržení kroku či překonání konkurence a měly by být reálné a motivující. Od strategických cílů se poté odvíjejí cíle jednotlivých oblastí a oddělení společnosti, včetně cílů výrobních.



Obrázek 1-13: Dělení cílů dle úrovně řízení
[5]

Je zapotřebí si uvědomit, že cíle a kritéria pro řízení výroby mají vnitřní a vnější význam. Jinak se cíle budou jevit pracovníkům a vedení firmy a jinak zase zákazníkům. Proto je zapotřebí vzájemná provázanost těchto cílů. [5]

Následující kapitola se již bude soustředit na samotnou společnost Safran Cabin CZ s.r.o., konkrétně na analýzu současného stavu výroby této společnosti a na detekování jejího úzkého místa ve výrobním procesu.

2 Analýza současného stavu výroby

Společnost Safran Cabin CZ s.r.o. chce zredukovat lead time výroby kuchyněk, to je náplní i této práce. Protože se práce zabývá výrobou kuchyněk, je nezbytné se na tuto výrobu zaměřit. Tato kapitola uvede nejprve historii společnosti Safran Group a dále pak představí společnost Safran Cabin CZ s.r.o. a její výrobní proces. Detekujeme v této kapitole i úzké místo výrobního procesu ve společnosti Safran Cabin CZ s.r.o..

2.1 Historie společnosti Safran Group

Historie firmy Safran Group sahá do konce 19. století, kdy se francouz Maurice Mallet rozhodl založit firmu, která by se podílela na výrobě vzducholodí. V roce 1909 byl vyvinut první prototyp sportovní skládací vzducholodě, který byl pojmenován Zodiac 1. Na základě toho úspěchu byla společnost v roce 1911 přejmenována na Sociétés Zodiac. [9]



Obrázek 2-1: Vzducholoď Zodiac v roce 1911
[9]

S technologickým vývojem té doby a s diverzifikací činností společnost Zodiac spustila výrobu jednoplošných a dvouplošných letadel, hydroplánů a motorů. Tato činnosti byla přerušena 1. světovou válkou, kdy společnost díky tehdejšímu příkazu vojenských autorit musela činnost ukončit a vrátit se několik let zpět k výhradní výrobě balonů. [13]

Na počátku 30. let 20. století francouzský ministr obrany požádal firmu o výrobu vodního motorového vznášedla, určeného převážně pro vojenské účely. Až o dvě desítky let se začala vznášedla používat i jako civilní prostředky. První zahraniční pobočka byla vytvořena ve Španělsku v roce 1964, zanedlou také v USA a později expandovala i do dalších zemí. Rostoucí zájem o letecký průmysl vyústil v první akvizi v roce 1978 a od tohoto momentu byla

společnost Zodiac rozdělena na dvě divize – lodní a leteckou. Díky několika akvizicím v letecké divizi se firma zaměřila na tento segment a lodní divizi v roce 2007 odprodala jiné společnosti. [13]

V roce 2018 se společnost Zodiac spojila se společností Safran, stala se tak silnou mezinárodní skupinou a vytvořila třetí největší leteckou společnost na světě.

2.2 Safran Cabin CZ s.r.o. v současnosti

Společnost Safran Cabin s.r.o. (dále také jen Safran) působí v České Republice od roku 2001, kdy ještě pod názvem společnosti Zodiac byla v Plzni postavena první výrobní hala. Safran se specializuje na design, výrobu, certifikaci a marketing vysoce kvalitních kuchyní, šatních skříní a odpočinkových místností pro posádku. Hlavním zákazníkem je společnost Airbus, který zajišťuje 75% odběru produkce společnosti Safran.

V práci se zaměříme na výrobu kuchyní. Jedná se o „skříní“ neboli rám, který se liší svojí variabilitou vstupů (vozíků, kontejnerů, bojlerů, kávovarů, trub, atd.). Na obrázku 2-2 ilustruje jednu z mnoha typů kuchyněk.

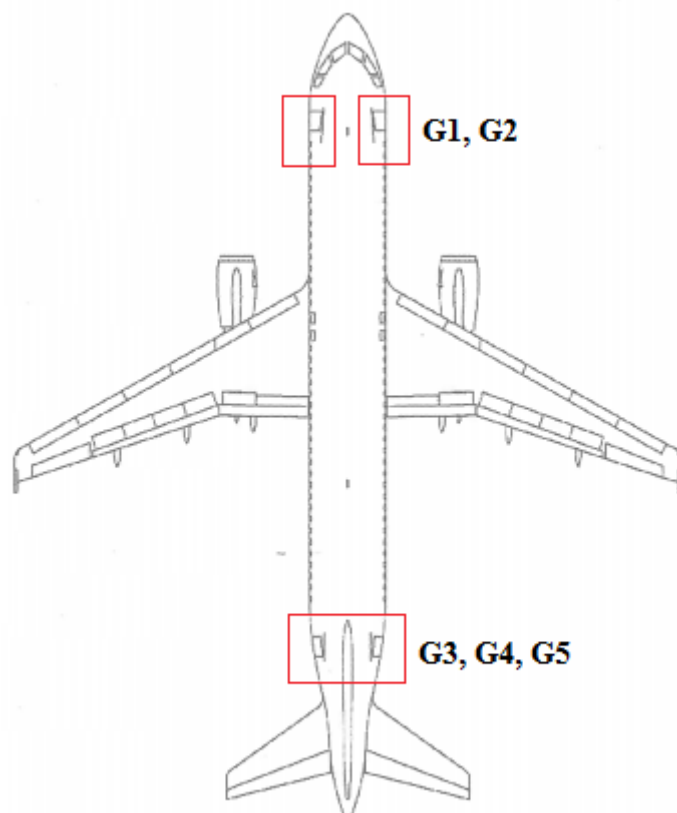


Obrázek 2-2: Kuchyně od společnosti Safran
[19]

Safran vyrábí několik odlišných typů kuchyněk, které označuje následovně: G1, G2, G3, G4 a G5. Písmeno G pochází z anglického slova galley, která znamená kuchyň (na lodi nebo v letadle), číslice pak označují technickou sofistikovanost, kde 5 je nejmodernější z kuchyní, které společnost vyrábí. Každý z těchto typů má odlišnou pozici v letadle. Obrázek 2-3 ukazuje rozdílné umístění, jednotlivých typů kuchyněk.

Ze všech těchto typů je možné vyrábět „suchou“ nebo „mokrou“ verzi. Suchý typ je bez připojení k vodě. Mokrý verze s připojením včetně nutného příslušenství. V této verzi je například možné umístit umyvadlo. Pro každý typ kuchyně se může zákazník sám rozhodnout, jaký druh souprav chce. Soupravy jsou části, které mohou být umístěny do kuchyně, např.

kávovar, mikrovlnná trouba nebo zásuvka na led. Tyto soupravy nejsou instalovány společností Safran, ale jsou instalovány, až samotným výrobcem letadel.



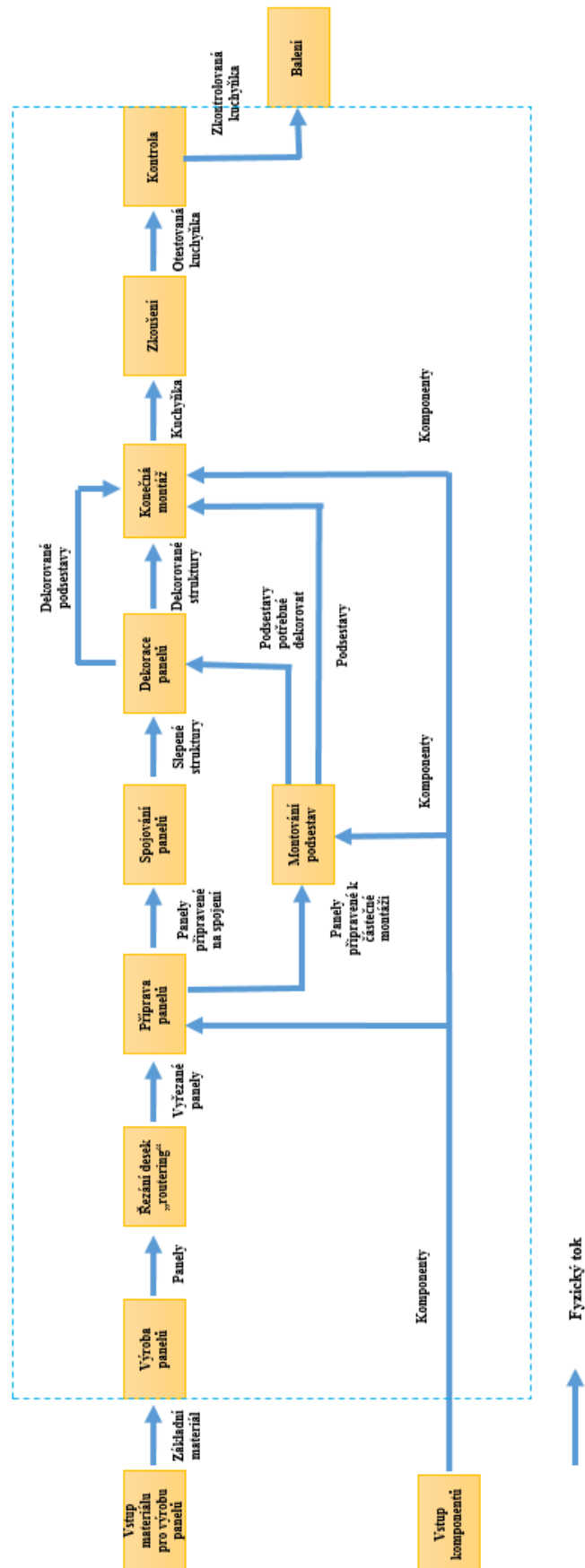
Obrázek 2-3: Lokace rozdílných typů kuchyněk
[Zdroj: autor]

2.3 Výrobní proces společnosti Safran

Obrázek 2-4 znázorňuje kompletní výrobní proces, který se skládá z jednotlivých dílčích procesů (viz. jednotlivé bloky v obrázku. Šipky vyjadřují návaznost procesu, popis u šipek pak vstupy/výstupy) Tečkovaná čára značí hranice toho, čím se tato práce zabývá ve vztahu k výrobnímu procesu. Text níže popisuje tento výrobní proces a zároveň tok informací.

Výroba panelů

Výroba začíná řezáním voštinových bloků na desky v případě, že nemají standardní tloušťku, v opačném případě jsou voštinové desky dodávány dodavatelem. Voštinové desky jsou základním materiálem, ze kterého jsou panely vyráběny. Po nařezání na desky z obou stran je nanesen předimpregnovaný materiál ve dvou vrstvách a jedna vrstva tedlaru (polyvinylfluorid). Safran používá předimpregnovaný materiál pro zesílení a tedlar pro umožnění lakování. Panelový lis poté zahřeje celou sestavu desky a dodatečných vrstev a mezi dvěma ocelovými deskami dojde ke slisování. Předimpregnovaný materiál se teplem spojí s voštinovou deskou a vyplní mezery ve voštině. Poté dojde k ochlazení lisu a ztuhnutí celé sestavy.



Obrázek 2-4: Výrobní proces společnosti Safran
[Zdroj: autor]

Řezání desek („routing“)

Jakmile jsou panely vychlazené, jsou přemístěny na další pracoviště, kde je speciální stroj („router“) nařeže na menší kusy a vytvoří všechny potřebné otvory dle požadavků konkrétního projektu. Každý takový panel je poté označen identifikačním štítkem, který, mimo jiné, obsahuje jméno projektu. V dalším kroku pracovníci odstraní ořepy na bocích panelu a též ve vyřezaných dírách.

Příprava panelů

Během tohoto procesu pracovníci ručně osadí otvory v panelech spojovacím materiálem a vložkami. Zároveň jsou dokončeny boky panelů pomocí pěny. To je důležité pro úspěšné spojování jednotlivých panelů, jelikož samotné voštinové desky k sobě neleze lepit.

Spojování panelů

Zde jsou jednotlivé menší panely spojovány k sobě lepením s cílem vytvořit požadovanou strukturu výsledného panelu. Safran vlastní formy, do kterých jsou slepené panely umístěny během vytvrzování lepidla, které trvá 24 hodin.

Dekorace panelů

Prvním krokem před samotnou aplikací dekoru je vyhlazení povrchu panelu tak, aby bylo dosaženo hladkého a rovného povrchu. Pracovníci poté ručně nanášejí dekory dle konkrétního projektu na přání zákazníka. Dekor je nanášen pouze na plochy, které jsou posléze viditelné po montáži v letadle. Na tomto pracovišti jsou též nanášeny dekory na dveře, či ostatní panely, které jsou třeba při montáži podsestav a hlavní sestavy. To je z důvodu, že některé kuchyňky jsou v Safranu dekorovány pouze ze zhruba 90% a zbylých 10% je dekorováno až po montáži. Cílem je zamezit poškození určitých dekorů během finální montáže a omezit tak zbytečné opravy.

Podsestavy

Zde jsou montovány podsestavy potřebné k finální montáži. Jde například o dveře či pracovní desky.

Konečná montáž

Na tomto pracovišti jsou montovány kompletní kuchyňky. Montáž zahrnuje též instalaci kabeláže, potrubí či dveří.

Zkoušení

V tomto kroku výrobního procesu je proveden funkční test, následující krokem je pak detailní kontrola. Funkční test zahrnuje následující kroky:

- vážení kuchyňky,
- zkouška montáže potrubí,
- zkouška lepení,
- elektrické zkoušky – izolační napětí a spojitost koster,
- zkouška chladicího systému,
- zkouška ventilace.

Kontrola

Posledním krokem relevantní části výrobního procesu je kontrola, ta zahrnuje tyto oblasti:

- dokumentace,
- identifikace kuchyňky a jednotlivých dílů, umístění identifikačních štítků,
- kontrola vzduchových a vodovodních potrubí,
- celkové provedení těsnění, lepení a laku,
- kontrola elektrických systémů,
- funkce dveří,
- funkce posuvných stolů,
- ostatní dekorativní prvky.

Kontrolor nikdy neopravuje závady na kuchyňce, vždy si zavolá příslušného montéra, kontrolor pouze kontroluje.

Mimo obecného kontrolního seznamu existuje také specifický kontrolní seznam, který obsahuje nejčastěji se vyskytující závady přímo u zákazníka. Tyto body ze specifického seznamu jsou kontrolovány zvlášť, aby bylo zamezeno opakování známých závad.

Balení

V tomto kroku jsou jednotlivé kuchyňky baleny a připravovány pro odeslání. V tomto kroku probíhá vážení, kdy kuchyňka nesmí přesáhnout předepsanou hmotnost.

Tok informací v rámci výrobního procesu

Tok informací v rámci výrobního procesu - Každé pracoviště celého výrobního procesu dostává plán výroby pro jednotlivé projekty a je tak zřejmé, kdy je třeba na kterém projektu pracovat. Každé pracoviště rovněž obdrží pro něj specifické výkresy z oddělení konstrukce. Dále je k dispozici kompletní dokumentace každého projektu, která obsahuje informace o průběžném stavu projektu, kusovníky, kontrolní seznamy, stav montáže a další informace, nezbytné pro dokumentaci aktuálního stavu. Pracoviště, na kterém probíhá finální montáž, dostává taktéž podrobné informace o kvalitativních problémech a závadách, které se v minulosti objevily u zákazníka.

V tuto chvíli je možné definovat konkrétněji lead time výroby, jmenovitě čas, za jaký se kuchyňka dostane přes celý výrobní proces od výroby panelů po kontrolu. Na redukci lead time je pak zaměřena i tato práce. Určení, ve kterém dílčím procesu je vhodné se na tuto redukci zaměřit, je pak uvedeno v následující kapitole.

2.4 Detekce úzkého místa výrobního procesu

Literatura poskytuje různé metody pro detekci úzkého místa. Nejběžnějšími z nich jsou následující čtyři přístupy [18]:

- Doba výroby – tento přístup využívá výrobní čas pro zjištění úzkého místa. Je to jednoduchá a rychlá metoda pro detekci úzkého hrdla, avšak detekuje pouze statické úzké místo. To znamená, že detekuje problémové místo, ke kterému dochází, když systém pracuje v perfektních podmínkách, nejsou brány v úvahu žádné poruchy stroje nebo jiné příčiny dočasného zpoždění. Tato metoda funguje pouze pro výrobní systémy, které jsou neměnné, takže během procesu nedochází ke ztrátám. Podíváme-li se na Safran, tak zde existuje mnoho lidských činností, díky kterým je systém dynamický.

Pokud použijeme tento způsob k identifikaci úzkého místa, tak máme šanci, že nezjistíme vůbec primární překážku.

- Přístup využití – tohle stanovisko je založeno na rozdílu mezi čistou produkční dobou a dodací lhůtou. K určení rozdílu používá průměry. Tento přístup funguje nejlépe pro výrobní systémy, které mají nízkou/vysokou kombinaci produktů, nízký počet výrobních stanovišť a nízkou fluktaci. Safran má sice vysokou kombinaci produktů, ale má velký počet výrobních stanovišť a velmi vysokou fluktuaci, takže s tímto přístupem nejsme schopni odhalit problémové místo ve společnosti.
- Simulace – tato metoda simuluje procesy v softwarovém modelu. Tento přístup vyžaduje mnoho dat jejichž kvalita musí být přesná, aby bylo zjištěno skutečné úzké místo. Požadovaná data je často obtížné získat, proto je třeba učinit mnoho předpokladů, které způsobují, že kvalita dat není dostatečně přesná. Safran však nemá dostatek kvalitních dat pro nasimulování daných procesů a tudíž je i tento přístup nevhodný.
- Metoda „aktivního období“ – tato metoda měří dobu, po kterou proces pracuje bez přerušení čekáním na části nebo na transport. Proces s nejdelší průměrnou aktivní dobou je úzkým místem. Tento přístup funguje, jestliže výrobní systémy mají nízký počet výrobních stanovišť, nízkou fluktuaci a na kombinaci produktů není brán zřetel. Jak je zmíněno výše – Safran má velký počet výrobních stanovišť a vysokou fluktuaci, tudíž ani tento přístup není vhodné použít ke stanovení úzkého místa.

Publikace od Roser, Lorentzen & Deuse poskytuje i další metodu k detekci úzkého místa namísto zmíněných běžných přístupů a tím je „bottleneck walk“. „The bottleneck walk“ vybírá úzké místo pozorováním jednotlivých procesů, sledováním a procházením se skrz výrobní proces[15] Ani s touto metodou však nejde identifikovat úzké místo ve společnosti Safran a to z důvodu, že výrobní procesy nejsou od sebe nijak místně odděleny, tudíž identifikace jednotlivých procesů je nemožná.

Existuje mnohem více metod k detekci procesu úzkého místa, ale společnost Safran v současné době nemá dostatek podrobných a kvalitních dat o každém procesu, které většina z těchto dalších metod vyžaduje k detekci.

Z toho důvodu je postup pro detekci úzkého místa v práci navržen způsobem, že dělníkům byl měřen čas zpracování každého procesu 30 krát (mimo proces kontrola) pro typ G1 od prosince 2019 do února 2020. Čas zpracování je čas potřebný pro jednotlivé procesy, kde čas dodání znamená celkovou dobu, po kterou produkt projde celým procesem od příchodu do odchodu z procesu. [19] Proto můžeme použít přístup, který využívá dobu výroby k detekci úzkého místa.

Typ kuchyně G1 je vybrán z důvodu, že se jedná o typ, jehož výroba je nejrozšířenější ve společnosti Safran Cabin CZ s.r.o.. Měření výrobního času probíhalo prostřednictvím ERP systému a spočívalo v přihlášení a odhlášení ke každému procesu, který je zapotřebí vykonat k vytvoření kuchyňky. 30 měření udává průměrnou dobu zpracování každého procesu v hodinách. Graf 1 ukazuje tyto průměrné doby zpracování, pokud jeden zaměstnanec pracuje na jedné kuchyňce.



Graf 2-1: Průměrný výrobní čas na kuchyňku typu G1
[Zdroj: autor]

Z grafu je patrné, že dle přístupu doby výroby je úzkým místem proces, který má nejdelší dobu zpracování. Tudíž s tímto přístupem budeme pro další účel této práce brát konečnou montáž jako úzké místo výrobního procesu společnosti Safran Cabin CZ s.r.o.. Následující kapitola bude z tohoto zjištění vycházet a bude se zabývat detailněji procesem konečné nebo finální montáže.

3 Popis vybraného výrobního procesu

Cílem práce je redukce lead time o 10%. Toho chceme dosáhnout z důvodu stoupající poptávky od leteckých společností a neustálému tlaku ze strany zákazníků o zefektivnění stávající výroby. V předchozí kapitole jsme detekovali úzké místo výrobního procesu společnosti Safran Cabin CZ s.r.o.. V této kapitole jsou popsány procesní kroky zjištěného úzkého místa, jeho aktuální stav a hlavní příčiny, které vedou k jeho vzniku.

3.1 Finální montáž - popis procesu

Obrázek 3-1 zobrazuje jednotlivé kroky dílčího výrobního procesu finální montáže, celý tento proces trvá 7,3 dne (lead time tohoto dílčího procesu). Z obrázku je patrné, že v rámci tohoto procesu existují dva oddělené fyzické toky, z toho jeden je sestavení struktury (modré obdelníky) a druhé je pro sestavení systémů (žluté obdelníky). Oba tyto toky by měly být prováděny paralelně.

Finální montáž je prováděna dvěma pracovníky, kdy jeden pracuje na struktuře kuchyně (pracovník – struktury) a druhý se soustředí na systémy (pracovník – systémů), které je třeba sestavit. Sekvence kroků na obrázku 3-1 je získána monitorováním procesu kuchyně typu G1. Je důležité uvést, že ve společnosti neexistuje standardizace sekvencí pro oba toky. To, jak je postaven typ G1 nebo jakýkoli jiný typ, záleží pouze na dovednostech pracovníků. Níže uvedený popis jednotlivých činností popisuje každý krok procesu v rámci konečné montáže. Je potřeba také zmínit, že na kuchyních se provádí izolace nebo-li těsnění, které je prováděno třetím pracovníkem. Tento proces není na obrázku níže zobrazen, protože tento pracovník provádí těsnění na několika a různých kuchyních v jedné směně, takže přichází a odchází během celého procesu jedné kuchyně. Jednotlivé kroky (činnosti) procesu jsou následující:

Instalace výlisků/profilů

Pracovník - struktury položí výlisky/profilu na konstrukci kuchyně: Výlisky/profilu jsou upevněny nalepením. Tyto díly je třeba nechat vytvrdit po dobu 24 hodin.

Instalace odnímatelných polic

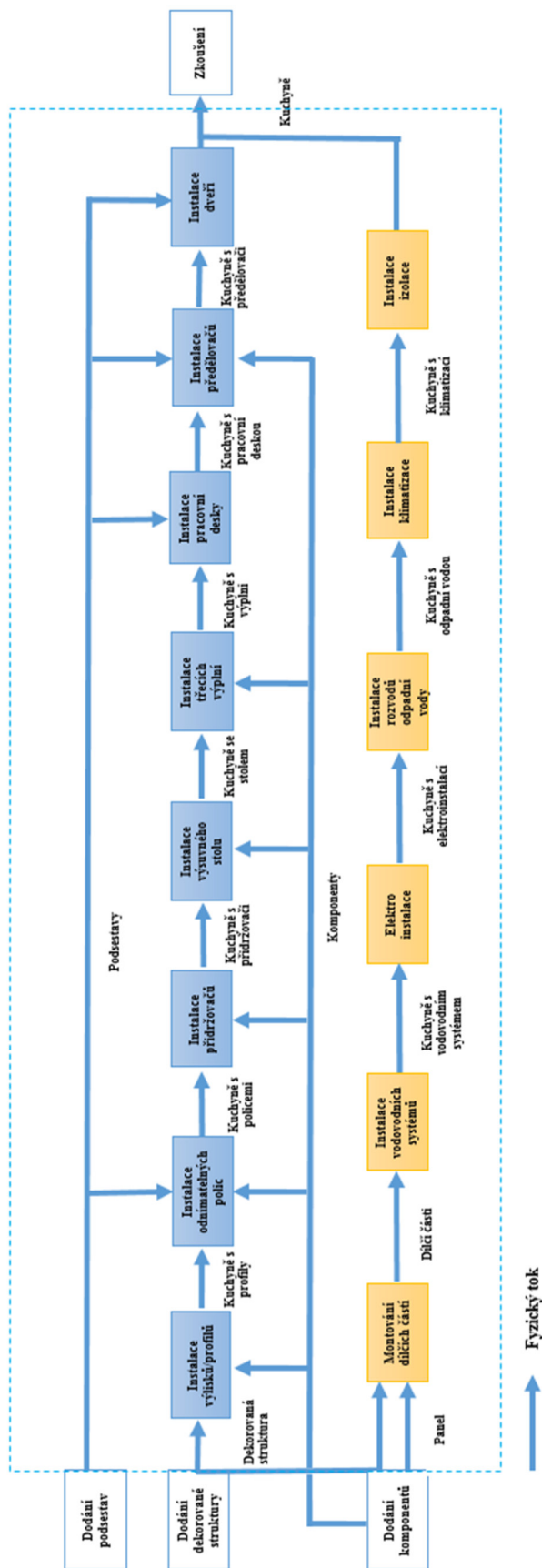
Police jsou dodávány z pracoviště montování podsestav. Pracovník - struktury montuje police do kuchyně. Police jsou odnímatelné, takže zákazník může podle potřeby měnit výšku police v kuchyni.

Instalace přídržovačů

Pracovník - struktury umístí přídržovače. Tyto přídržovače udržují soupravy šuplíků a vozíky v kuchyni během letů.

Instalace výsuvného stolu

Na žádost zákazníka umístí pracovník - struktury výsuvný stůl. Tento stůl lze pro použití vytáhnout a zasunout, aby se získal další prostor na pracovní ploše.



Obrázek 3-1: Jednotlivé činnosti konečné montáže
[Zdroj: autor]

Instalace třecích výplní

Pracovník - struktury umístí třecí výplně do kuchyně. Třecí výplně udrží soupravy na svém místě v kuchyni.

Instalace pracovní desky

Pracovník - struktury nainstaluje pracovní desku. Zákazník může požádat o dřez, který je nainstalován současně s pracovní deskou.

Instalace předělovačů

Pracoviště montování podsestav je zodpovědné za včasné a kvalitní dodání předělovačů, které pracovník - struktury nainstaluje do kuchyně. Předělovač je svislý panel, který předěluje prostor uvnitř kuchyně a utváří tak místo pro případné soupravy vozíků.

Instalace dveří

Pracovník - struktury nainstaluje dveře, které obdrží také z pracoviště montování podsestav.

Montování dílčích částí

Pracovník - systémů nejprve sestavuje různé dílčí části systémů. Například kryt klimatizace a nebo elektrickou instalaci.

Instalace vodovodních systémů

Pracovník - systémů instaluje vodovodní systém kuchyně. Jde o systém pitné vody společně s větráním.

Elektro instalace

Pracovník - systémů instaluje elektrické instalace do kuchyně a zajišťuje všechny vodiče.

Instalace rozvodů odpadní vody

Pracovník - systémů nainstaluje rozvody odpadní vody a požadované trubky s tím spojené do kuchyně.

Instalace klimatizace

Pracovník - systémů umístí kryt klimatizace a spojí všechny trubky a zajistí je.

Instalace izolace

Pracovník - systémů nainstaluje izolaci kolem vodních trubek.

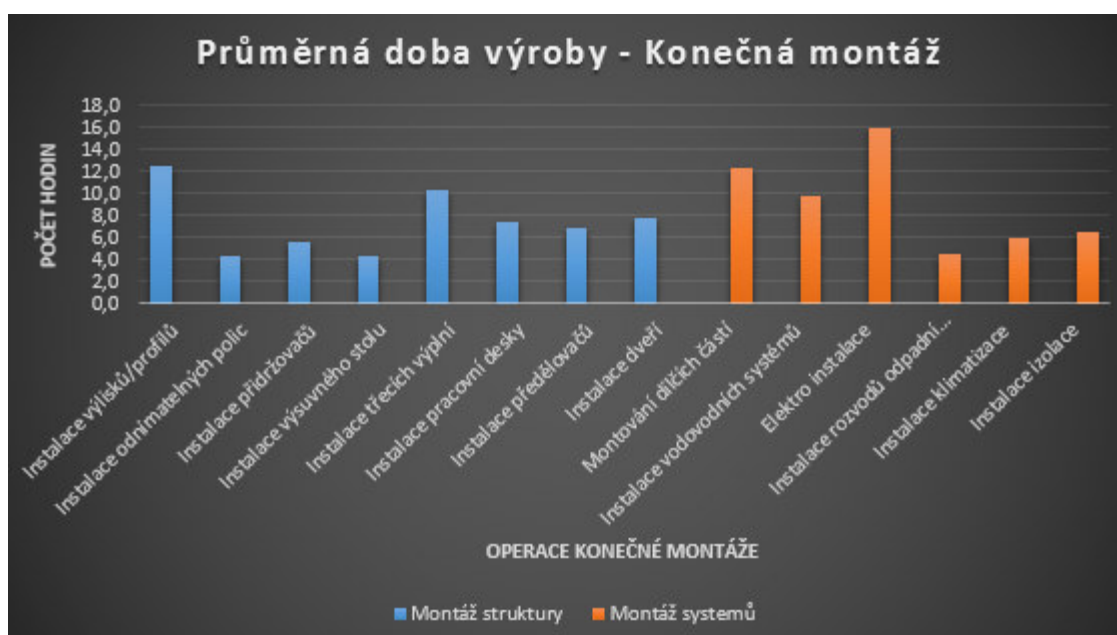
3.2 Aktuální stav finální montáže

Celková doba montáže pro kuchyňku typu G1 na pracovišti finální montáže je 114 hodin, pokud pracuje na kuchyni jeden pracovník montáže a jeden pracovník systémů. Tabulku 3-1 uvádí podrobné rozdělení 114 hodin dle těchto dvou specializací.

Výrobní specializace	Čas	
	Hodiny	Dny
Montáž struktury	59	7,3
Montáž systémů	55	6,9

Tabulka 3-1: Rozdělení času dle výrobní specializace
[Zdroj: autor]

S počtem dvou pracovníků na kuchyňku je současný lead time pro konečnou montáž 7,3 dne pro montáž struktury a 6,9 dne pro montáž systémů. Jedna směna trvá 8 hodin. Abychom dosáhli zkrácení celkového lead timu o 10% je potřeba finální montáž zredukovat ze 7,3 dne na 4,6 dne. Jedná se o nejdelší dobu zpracování (viz. Graf 2-1 v kapitole 2.4), jestliže zkrátíme takto tuto dobu tak jsme schopni dosáhnout cíle pouze zlepšením procesu konečné montáže. Graf 3-1 udává průměrnou dobu zpracování každého kroku procesu konečné montáže.



Graf 3-1: Průměrná doba výroby jednotlivých činností konečné montáže
[Zdroj: autor]

Tyto průměrné doby zpracování jsme získali pomocí následujících údajů:

- data z prvního monitorování konečné montáže, které jsou získané pracovníky industrializace, kteří změřili časy zpracování;
- údaje z druhého monitorování konečné montáže, získané autorem práce;
- kvalifikované odhady časů – 15 pracovníků a dva vedoucí pracovníci finální montáže odhadli dobu zpracování na základě svých zkušeností. (na tento kvalifikovaný odhad nebude brán zřetel – zdůvodnění je uvedeno pod tabulkou 3-2)

Tabulka 3-2 uvádí doby zpracování získané výše popsanými měřeními a průměrné doby zpracování, které jsme ilustrovali na grafu 3-1.

Výrobní časy (v hod.)				
	1. monitorování	2. monitorování	Odhady pracovníky	Průměr
Montáž struktury				
Instalace výlisků/profilů	11,6	13,1	16,8	12,4
Instalace odnímatelných polic	6,3	2,3	9,1	4,3
Instalace přídržovačů	6,7	4,5	7,6	5,6
Instalace výsuvného stolu	4,3	*	4,5	4,3
Instalace třecích výplní	15,4	5,0	13,9	10,2
Instalace pracovní desky	9,8	5,3	11,7	7,5
Instalace předělovačů	7,8	5,8	9,6	6,8
Instalace dveří	7,8	7,8	10,2	7,8
Montáž systémů				
Montování dílčích částí	7,9	16,7	18,9	12,3
Instalace vodovodních systémů	11,7	7,9	14,0	9,8
Elektro instalace	21,7	10,3	15,9	16,0
Instalace rozvodů odpadní vody	5,5	3,5	9,0	4,5
Instalace klimatizace	9,5	2,5	13,4	6,0
Instalace izolace	7,0	6,0	10,6	6,5

Tabulka 3-2: Průměrné doby zpracování dle monitorování
[Zdroj: autor]

* Kuchyňka typu G1 během druhého monitorování nevyžadovala instalaci výsuvného stolu, tudíž měření nebylo provedeno k této činnosti.

Tabulka 3-2 ukazuje, že mezi měřeními je velký rozdíl. Tyto rozdíly lze vysvětlit takto:

- Druhé monitorování poskytuje ve většině procesních kroků kratší časy než monitorování první, i přesto že tyto monitorování by měly mít časy téměř totožné. Tento rozdíl vznikl z důvodu, že pracovníci industrializace po prvním monitorování eliminovaly některé ztráty jako např. získání správného nástroje a nebo zajistili díly na druhé monitorování. V některých případech má druhé monitorování však vyšší a to z důvodu, že požadavky na kuchyň typu G1 od zákazníka byly trochu rozdílné, než při prvním monitorování.
- Doby zpracování odhadované zaměstnanci konečné montáže jsou velmi velké ve srovnání s daty z prvního a druhého monitorování. To naznačuje, že tyto odhady nebyly nijak sladěné. Důvody těchto rozdílů jsou následující:
 - Zaměstnanci odhadují časy příliš vysoko, protože se bojí nových standardů pro doby zpracování.
 - Existují různé typy kuchyní G1.
 - Fluktace zaměstnanců ve společnosti je velice vysoká a tudíž ne všichni dotazovaní pracovníci mají dostatek zkušeností.

V plánu bylo provést více monitorování, ale v rámci současné situace (COVID-19) bereme jako relevantní dvě provedené měření. Na odhady pracovníků nebude brán zřetel a to z důvodu, že se ve velké míře odlišují od provedených monitorování a jsou podloženy pouze odhadem zatíženým výše uvedenými faktory.

Monitorování nám poskytuje základní přehled o výrobních časech v procesu konečné montáže. Během monitorování bylo zjištěno, že tyto časy jde podstatně zkrátit (např. přípravou dílů, jak tomu bylo u druhého monitorování), je tedy zapotřebí zjistit příčiny, které vedou k delším výrobním časům.

3.3 Detekce hlavních příčin úzkého místa

Diagram Išikawa (také diagram příčin a následků) na obrázku 3-2 udává přehled různých příčin, které způsobují současnou 7,3 denní dodací lhůtu pro konečnou montáž. Jedná se o výzkum, zaměřený na odhalení těchto příčin a základních souvislostí, který je získaný ze dvou provedených monitoringů, brainstormingu s týmem industrializace a poskytnutých vstupů od pracovníků konečné montáže. Níže je uveden popis, který poskytuje případné vysvětlení v diagramu Išikawa. Diagram je modifikován s ohledem na potřeby této diplomové práce, proto klasicky používané hlavní faktory byly v některých případech nahrazeny následujícími.

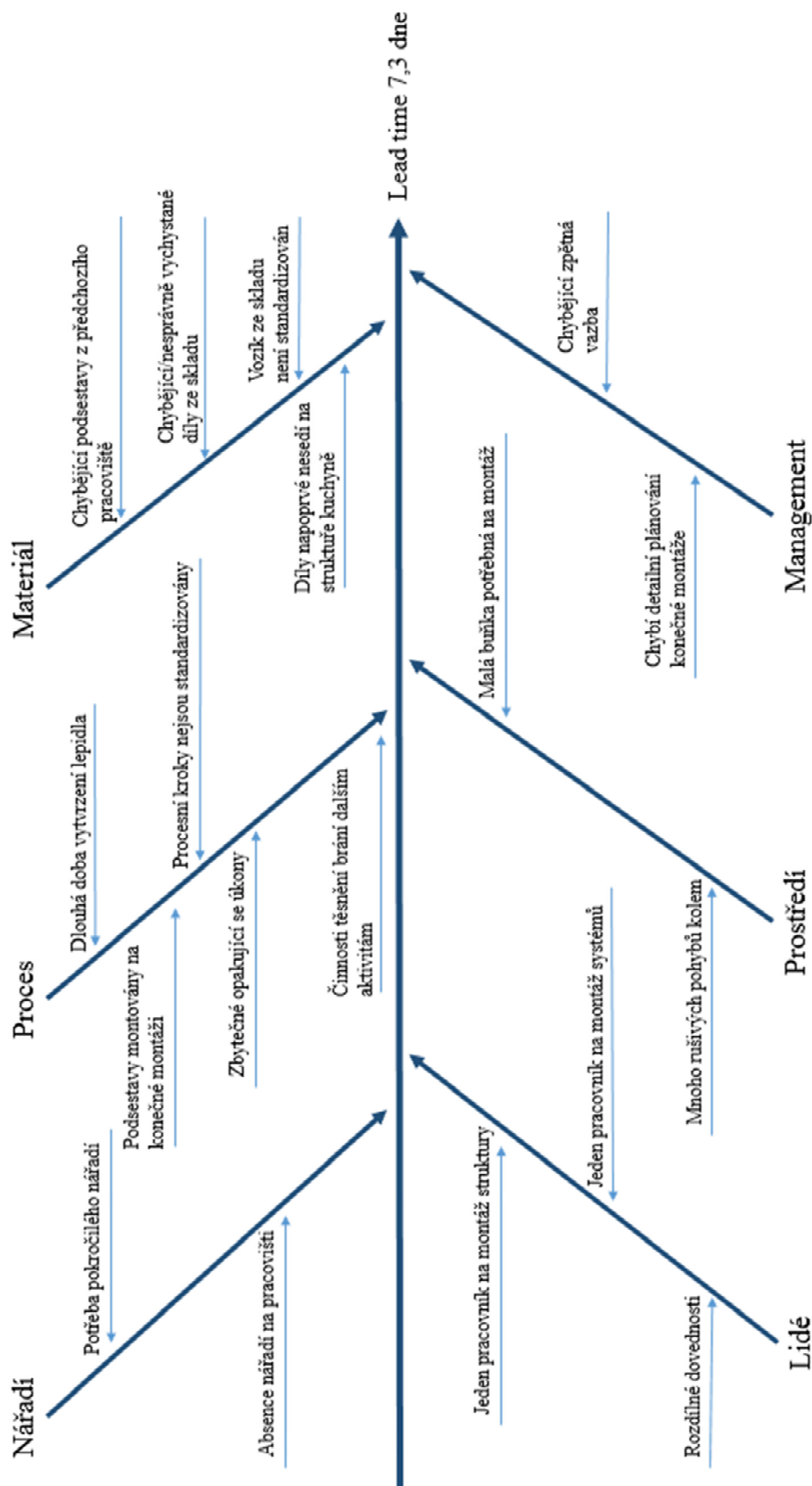
Nářadí

Dodací lhůta pro pokročilé vybavení, které je potřeba k montáži nebo případným úpravám materiálu, je dlouhá. V dosti případech pracovník musí chodit na jiné pracoviště, aby si provedl dodatečnou opravu.

Proces

Co se týká procesu, tak na lead time mají vliv různé příčiny:

- Pracovník montáže systémů montuje dílčí části, aby mohl dále pokračovat, nemůže začít dříve, než tuto nedokončenou výrobu připraví. Dalo by se očekávat, že tyto podsestavy budou montovat pracovníci podsestav a dodávat na konečnou montáž.
- Existuje mnoho zbytečných a opakujících se úkonů. Příčinou je to, že materiál přímo neseďí. Pracovník nejdříve musí vyzkoušet, zda-li daná část sedí. To znamená, že součást zkusí uložit na strukturu, pokud neseďí, je potřeba danou část upravit. Tento úkon se někdy opakuje několikrát pro jednu součást, což způsobuje prodloužení lead time.
- Vytvrzení lepidla trvá 24 hodin, po tuto dobu pracovník musí pokračovat na jiné části kuchyně, aby nedošlo k defektu v místě lepení.
- Procesní kroky na finální montáži nejsou standardizovány. Pracovník se sám rozhoduje o posloupnosti sestavení kuchyně. Jestliže chybí materiál, kuchyně se odstaví do stop zóny a tuto kuchyni následně dokončuje jiná dvojice. Vzhledem k chybějící standardizaci kroků musí pracovník nejprve zjistit, co je hotové a co ne a potom zase podle svého uvážení pokračuje. K této časové ztrátě může dojít i několikrát během montáže jedné kuchyně.
- Těsnění, které je prováděné třetím pracovníkem v některých případech brání dalším činnostem. Tento pracovník brání jak pracovníkovi montáže tak pracovníkovi systémů, protože blokuje kuchyň. Tohle vede k čekacím dobám obou pracovníků.



Obrázek 3-2: Ishikawa diagram
[Zdroj: autor]

Materiál

Aktivita související s materiálem vedoucí k delší době lead timu:

- Chybějící/nesprávné díly na vozíku, který se vychystává ze skladu. To znamená, že pracovník musí čekat na chybějící části, než může pokračovat. Základní příčinou může být to, že procesní kroky nejsou standardizovány. Současný stav je totiž takový, že sklad se sice snaží dodat všechny díly pro konečnou montáž najednou, ale ne vždy tomu tak je. Pokud na skladě chybí nějaký díl, který je zrovna potřebný pro pracovníka montáže, tak tento pracovník stráví svůj čas hledáním tohoto dílu na vozíku, protože tato informace není nikde zaznamenaná.
- Chybějící podsestavy na vozíku, které jsou dodávány z pracoviště montáže podsestav, což má stejný účinek jako první příčina – pracovník musí počkat na chybějící podsestavu, než je schopen pokračovat.
- Díly nesedí přímo na strukturu kuchyně. Pracovník často potřebuje části vyzkoušet, případně upravit a pak uložit. Tento proces je opakován do doby než materiál padne.
- Vychystané díly ze skladu nejsou na vozíku pro pracovníka montáže nijak systematicky uloženy. Pracovníci často hledající na vozíku díly, díky tomu zbytečně ztrácejí čas a také mohou díly poškodit.

Lidé

Jeden pracovník se specializuje na montáž struktury a jeden pracovník se specializuje na montáž systémů. To znamená, že každý pracovník má jiné dovednosti. Ale i mezi pracovníky se stejnou rolí existuje rozdíl v dovednostech. To má vliv na to, jak pracovník sestavuje kuchyň. Díky tomu se proces konečné montáže nekontrolovatelný. Kvalita se mezi zaměstnanci liší, protože každý dělá různé chyby kvůli jejich různým metodám sestavování kuchyňky. Kvůli omezenému sdílení zkušeností mezi zaměstnanci se neustále opakují stejné chyby, zatímco je ale zcela možné, že jiný zaměstnanec má řešení jak chybě předejít. Noví zaměstnanci se učí metodě svého trenéra⁴, což v praxi znamená, že se učí i chybám, které jsou vykonávané přímo trenéry. Oprava těchto chyb na kontrolním pracovišti vede ke zvyšování času dodání. Dovednosti zaměstnanců mají také vliv na rychlost sestavování kuchyňky.

Prostředí

Pro každou montáž kuchyně je definovaná malá oblast, která se nazývá „buňka“. Pohybový prostor je velmi těsný. Buňky jsou těsně vedle sebe a kolem se děje mnoho pohybů, které mohou pracovníka rozptýlit.

Management

Aspekt řízení má dvě příčiny:

- Neexistuje žádná zpětná vazba. Pracovník konečné montáže opravuje chyby na kuchyňce, ke kterým došlo v předchozích procesech, ale tento pracovník o opravě neinformuje ostatní procesy. To znamená, že předchozí pracoviště si nejsou vědomy chyb, a proto nemohou zlepšit své procesy, které způsobují, že se chyby stále objevují. Zaměstnanci konečné montáže ztrácejí čas opravou chyb z předchozích pracovišť, které zbytečně vedou k delšímu lead timu na konečné montáži. Pracovník neinformuje ostatní pracoviště, protože neexistuje žádný postup pro zpětnou vazbu k jiným procesům.

⁴ Trenérem se stane zaměstnanec, který je jmenován svým nadřízeným. Nemusí splňovat žádné speciální zkoušky dovednosti. Počet trenérů není nijak omezen.

- Neexistuje žádné podrobné plánování kroků v rámci konečné montáže. Podrobné plánování by usnadnilo tento proces. Například při podrobném plánování mohou dodavatele konečné montáže (např. sklad) lépe naplánovat své činnosti na činnosti konečné montáže, což by vedlo k menším chybám v procesu dodávek dílů. Pomáhá to také zkrátit čekací dobu na díly a tím i dodací dobu konečné montáže. Bez podrobného plánování také není viditelné, jestli dochází ke zpoždění v průběhu samotného procesu montáže, tento fakt je známý pouze na konci procesu, tzn. že konečná montáž nemůže upravit zdroje, aby minimalizovala zpoždění.

Diagram Ishikawa nám poskytl přehled o příčinách, které v následující kapitole bude zapotřebí kvantifikovat a to z důvodu, že těchto příčin je hned několik. Z časového důvodu se nebudeme zabývat všemi těmito odhalenými příčinami, ale pouze vybranými. Avšak diagram může společnosti Safran sloužit jako vodítko k případnému dalšímu zefektivnění.

3.4 Kvantifikace detekovaných příčin úzkého místa

Úzké místo chápeme v práci obecně jako příčinu, která má největší dopad na lead time zkoumaného procesu. Samotné úzké místo pak vzniklo na základě příčin detekovaných v předchozí podkapile. Bohužel není možné zabývat se všemi příčinami z hlediska času a také z důvodu, že Safran nemá údaje o příčinách a jednoznačné podklady pro stanovení velikosti jejich vlivu na lead time. Proto jsme se po konzultaci s odborníkem v podniku rozhodli vytvořit dotazník, který obsahuje tzv. „skóre“ pro jednotlivé dílčí příčiny úzkého místa a nechat zaměstnance konečné montáže kvalifikovaně odhadnout skóre, které vyjadřuje, jak velký vliv mají jednotlivé příčiny na lead time příslušného výrobního procesu.

Princip dotazníku je následovný. Každý respondent má 100 bodů, které může rozdělit podle příčin, ne každá příčina musí mít body. Příčinou s nejvyšším skóre je hlavní důvod, proč proces trvá déle, než je nutné. Důvodem výběru téhle metody je její jednoduchost. Instrukce k vyplnění dotazníku je pro každého snadná a srozumitelná a k vyplnění nezabere mnoho času. Tato metoda také nenutí zaměstnance k výběru pouze jedné hlavní příčiny. Mohou uvést např. dvě a více příčiny, které mají vliv na lead time. Celkem bylo dotázáno 15 respondentů – 10 pracovníků konečné montáže, 3 pracovníci oddělení industrializace a 2 vedoucí pracovníci. Tabulka 3-3 uvádí výsledky tohoto dotazníku, nevyplněný dotazník je v příloze č. 1.

Příčina	Skóre (%)
Chybějící/nesprávně vychystané díly ze skladu	41,5
Díly nesedí na strukturu kuchyně	17,3
Chybějící podsestavy z předchozích pracovišť	11,8
Vozík ze skladu není standardizován	4,8
Procesní kroky nejsou standardizovány	3,5
Malá buňka potřebná pro montáž	3,3
Chybějící zpětná vazba	2,9
Činnosti těsnění brání dalším aktivitám	2,8
Chybí detailní plánování konečné montáže	2,3
Jeden pracovník na montáž systémů	1,9
Mnoho rušivých pohybů kolem	1,8
Dlouhá doba vytvrzení lepidla	1,7
Jeden pracovník na montáž struktury	1,4
Zbytečné opakující se úkony	1,3
Podsestavy montovány na konečné montáži	0,9
Potřeba pokročilého nářadí	0,4
Absence nářadí na pracovišti	0,2
Rozdílné dovednosti	0,2

Tabulka 3-3: Výstup z dotazníkového šetření
[Zdroj: autor]

Na základě výstupu z dotazníku a konzultace s odborníkem z podniku bylo rozhodnuto se zaměřit na příčinu – chybějící/ nesprávně vychystané díly ze skladu.

Původně zamýšlené zahrnutí i druhé příčiny „díly nesedí na strukturu kuchyně“ bylo vyloučeno. Důvodem je, že v současné době probíhá v Safranu projekt zaměřující se na možnosti strojů ve výrobním procesu, což by mělo pomoci upravit různé odchylky mezi strukturou a nakupovanými díly. Příčině „chybějící/nesprávně vychystané díly ze skladu“ se bude věnovat následující podkapitola, která se ji pokusí analyzovat více do hloubky, tak aby následně mohlo dojít k navržení opatření k zefektivnění.

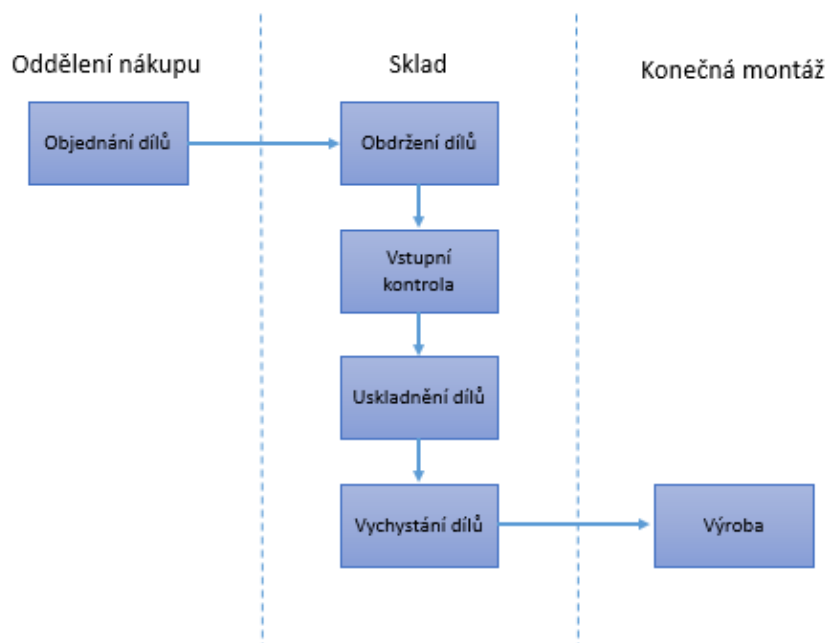
3.5 Kořenová příčina chybějících/nesprávně vychystaných dílů ze skladu

Tato kapitola se věnuje analýze kořenové příčiny, která vede k dlouhému leadu času v procesu konečné montáže a to jmenovitě – chybějícím/nesprávně vychystaným dílům ze skladu. Nejdříve se zaměříme na proces objednání a přijetí dílů na sklad, následně na proces vychystávání dílů a které procesy konečné montáže předcházejí a úzce souvisí se zkoumanou kořenovou příčinou. A nakonec se zaměříme na analýzu kořenové příčiny.

Proces objednání a přijetí dílů na sklad

Oddělení nákupu získává data o potřebě nákupu dílů ze systému ERP. Tato data nesou informace o dílu a o množství, které je potřeba objednat. Pro určité kritické díly si společnost Safran vytváří bezpečnostní rezervy, ale většina dílů se objednává v přesném množství podle ERP systému, z důvodu limitujícího prostoru ve skladu. Poté, co nákup objedná potřebné díly ve správném množství, o několik dnů nebo týdnů později v závislosti na dodavateli a sjednaných dodacích termínech, sklad obdrží objednaný materiál. U přibližně 20% objemu dílů je potřeba, aby prošly vstupní kontrolou a byla zkontrolována jejich kvalita na základě technické dokumentace, zbývajících 80% dílů se přímo naskladní.

Sklad obdrží detailní plán z oddělení plánování s informacemi, kdy je potřeba začít vychystávat na projekt X pro pracoviště Y. Tento detailní plán obsahuje řadu výrobních zakázek. Výrobní zakázka je dávka dílů, které musejí být vychystány. Tyto zakázky jsou založeny na kusovnících. Např. pro kuchyň typu G1 pro pracoviště konečné montáže je zapotřebí vychystat 10 výrobních zakázek, které dohromady obsahují 300 dílů. Obrázek 3-3 uvádí shrnutí procesu objednání, přijetí a vychystání dílů.



Obrázek 3-3: Proces objednání dílů
[Zdroj: autor]

Proces objednání dílů je nyní jasný, můžeme zanalyzovat základní příčiny chybějících a nesprávných dílů na vozících ze skladu.

Proces vychystávání dílů

V rámci procesu vychystávání dílů se budeme soustředit na ty detaily procesu, které se týkají samotných chybějících dílů. Je to z toho důvodu, že proces vychystávání je poměrně komplexní a jeho detailní popis je nad rámec této práce.

Pracovník skladu během vychystávání materiálu je první, který si může všimnout chybějícího dílu. Pokud nějaký díl chybí nebo je poškozen musí tuhle skutečnost reportovat zpět do nákupu jako nevyřízenou objednávku. Důvodu proč díly chybí během vychystávání jsou následující:

- chyba v ERP systému v množství potřebných dílů, z tohoto důvodu oddělení nákupu objednalo příliš malé množství;
- díly neprošly vstupní kontrolou (díly ve špatné kvalitě – nevyhovující);
- dodavatel nedodal správné množství dílů nebo dodal díly příliš pozdě.

První příčinu můžeme z tohoto výzkumu vyloučit, protože tento dopad je minimální. Chybná data se při rozjíždění projektu postupem času v ERP systému téměř eliminují. Dle informace z oddělení kvality ročně neprojdou přes vstupní kontrolu zhruba 2% dílů podléhající této

kontrole. Tento důvod můžeme tedy také vyloučit. Třetí příčinu můžeme rozdělit dle typu dodavatelů na interní a externí dodavatele. Interní dodavatelé jsou dodavatele v rámci skupiny Safran Group. Společnost Safran Group nařizuje všem svým pobočkám nakupovat 50% svých položek u interních dodavatelů, proto se společnost Safran nemůže rozhodnout nakoupit díly jinde. Interní dodavatelé mají procento dodání včas pro kovové díly 71% (OTD – on time delivery), zatímto externí dodavatelé mají OTD přes 95%. Jedním z řešení pro zpožděné kovové díly v rámci interních dodavatelů je, že společnost Safran Cabin CZ si kovové díly vyrábí v rámci svého závodu. Se stoupajícím objemem nových zakázek od zákazníků se však pracovní zátěž na interní pracoviště zvyšuje, proto se společnost rozhodla řešit tuhle příčinu na úrovni managementu.

Dalším kdo si může odhalit chybějící nebo nesprávně vychystaný díl jsou pracovníci konečné montáže. Pokud si zaměstnanci konečné montáže všimnou, že nějaký díl chybí nebo je ve špatné kvalitě, tak sklad na základě požadavku zaměstnance konečné montáže má povinnost neprodleně deklarovat tento fakt do souboru s názvem Kontrola kvality výroby (Production Quality Control – dále jen PQC) a dále řešit neprodlené dodání nového a nepoškozeného dílu. Do souboru PQC zaměstnanec skladu musí uvést:

- důvod, proč materiál chybí nebo je špatně vychystaný;
- jak dlouho potrvá dodání nového do výroby;
- jakým způsobem sklad bude tyto anomálie řešit.

Důvody proč materiál chybí nebo jsou špatně vychystané se v souboru PQC opakují a jsou následující:

- Chybějící díly/ztracené díly. Díly, které zaměstnanci montáže chybí na vozíku ze skladu a nejsou na seznamu nevyřízených objednávek. Ve většině případů se jedná o důvod, který se dříve nebo později vyřeší tím, že se daný díl najde při dokončování finální montáže. K této anomálii dochází z důvodu, že pracovníci finální montáže odmítají trávit svůj pracovní čas hledáním daného dílu na vozíku ze skladu a proto si raději nechají skladem vygenerovat požadavek do souboru PQC a díl jim tak promptně přinese a předá zaměstnanec skladu přímo do rukou.
- Díly ve špatné kvalitě – v souboru PQC pojmenované jako „špatné díly“. Jde o díly, které neodpovídají svou kvalitou. Způsoby řešení jsou následující.
 - Reklamace – díly, které nejsou v souladu s výkresovou dokumentací. Jsou to díly, které nespádají pod vstupní kontrolu, tudíž tento problém nebyl zachycen hned ve skladu a nebyl zaznamenán do reportu nevyřízených objednávek, který jde s vozíkem do výroby.
 - Rework interní – díly, dodávané interními dodavateli, které jsou poškozené, ale mohou být přepracovány. Jde především o díly, které již Safran nemá na skladě k dispozici a jejich dodací lhůta je příliš dlouhá.
 - Rework dodavatelem – díly, které jsou poškozené, ale mohou být přepracovány dodavatelem. Jedná se o díly, které jsou poškozené, nejsou k dispozici, mají dlouhou dodací lhůtu a dodavatel se nachází poblíž.
 - Scrap – díly, které jsou poškozené a už nemohou být použity. Tudíž musí být znovu objednané oddělením nákupu.
- Chyba skladu – díly, které jsou špatně vyskladněné skladem. Jde o lidskou chybu, která se dá vyřešit předáním správného dílu na konečnou montáž bez zbytečného odkladu.

Od prosince 2019 do února 2020 pracovníci skladu vygenerovali 605 reportů od zaměstnanců konečné montáže, co se týče špatně vychystaných dílů pro kuchyň typu G1. Tabulka 3-4 uvádí procento k jednotlivých důvodům za dané časové období.

Důvod	Podíl v %
Chybějící/ztracené díly	48,8
Špatné díly	49,7
<i>Reklamace</i>	9,4
<i>Rework (interní)</i>	1,0
<i>Rework (externí)</i>	2,4
<i>Scrap</i>	36,9
Chyba skladu	1,5

Tabulka 3-4: Procentuální podíl důvodů ze souboru PQC za dané časové období
[Zdroj: autor]

Z tabulky je patrné, že důvod chybějící/ztracené díly má 48,8% podíl z vygenerovaných reportů PQC za měřené období. Avšak jak je zmíněno výše, tento důvod vzniká a zároveň zaniká v den vygenerování reportu PQC. Dalším důvodem, který se poté dělí ještě na čtyři zmíněné oddíly podle způsobu řešení je důvod špatné díly – 49,7%. Zanedbatelným důvodem s 1,5% je potom důvod chyba skladu.

Analýza kořenové příčiny

Abychom určili kořenovou příčinu chybějících/nesprávně vychystaných dílů ze skladu, provedl se průzkum důvodů ze souboru PQC. Obrázek 3-4 poskytuje přehled všech základních příčin a jejich vzájemných interakcí. Příčiny jsou získány z analýzy dat ze souboru PQC a brainstormingu s vedoucím skladu a vedoucím nákupem. Níže jsou vysvětleny vzájemné vztahy a interakce.

Z údajů v souboru PQC jsme zjistili, že je mnoho chybějících/ztracených dílů, a že scrap je nejčastějším důvodem špatných dílů. Dohromady tyto dva důvody tvoří zhruba 85% viz. – tabulka 3-4. Z tohoto důvodu se zaměříme na tyto dva důvody.

Podle vedoucího skladu a vedoucího nákupu existují dva hlavní důvody, proč díly chybí a nebo jsou ztracené. Prvním důvodem je, že zaměstnanec nemůže díl najít mezi přibližně 300 dalšími díly na vozíku ze skladu. Z tohoto důvodu raději nechá pracovníka skladu vygenerovat report PQC, aby díl dostal neprodleně „z ruky do ruky“, pokud se díl nachází na skladu. Druhým důvodem je ten, že pokud některý díl chybí a nebo je vadný, pracovník montáže stejný díl vezme z jiného vozíku. Zaměstnanci to dělají hlavně kvůli časovému tlaku.

Scrapové díly se dle brainstormingu s výše uvedenými vedoucími objevují z následujících důvodů:

- dodavatel dodal špatné díly;
- díly jsou při skladování ve skladu poškozeny;
- díly jsou při vychystávání poškozeny;
- díly jsou poničeny během montáže.

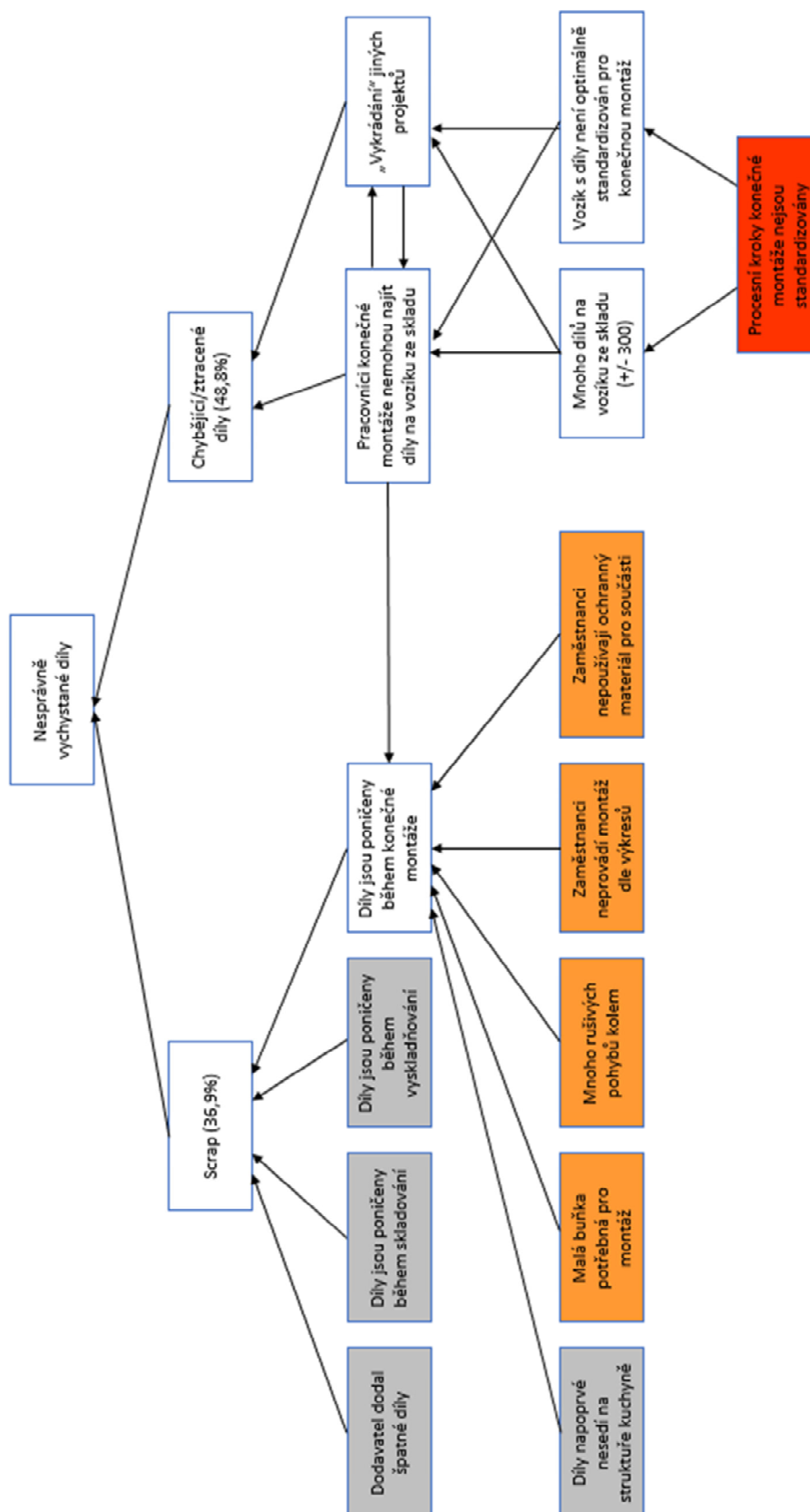
Výše uvedené důvody jsou proto základními příčinami „scrapu“. Tři z nich jsou na obrázku označeny šedě. Nebudou zahrnuty do této práce, protože ve společnosti Safran běží několik projektů k eliminaci těchto tří příčin. Nevyhovujícími díly (díle ve špatné kvalitě) se zabývá v rámci zefektivnění výroby samotné oddělení kvality, poškození během skladování a vychystávání má pak na starosti oddělení Neustálého zlepšování procesu – Lean oddělení. Zbývající příčinou je „díly jsou poničeny během montáže“. Již během samotného monitorování si zaměstnanci industrializace a autor všimli, že existují různé důvody, které způsobují poškození během procesu montáže. Nejmarkantnější z nich je, že:

- pracovníci konečné montáže nemohou najít potřebný díl na vozíku ze skladu. (Hledání a přesouvání poškozuje ostatní díly na vozíku.)
- poškozené díly při demontáži, protože napoprvé nesedí;
- pracovníci poškodí díl kvůli malému prostoru kolem a v buňce kuchyně;
- nástroje nejsou dostatečně pokročilé;
- montáž neprobíhá dle výkresů;
- pracovníci montáže nepoužívají ochranný materiál pro součásti.

Analyzovali jsme příčinu „pracovníci nemohou najít díly na vozíku ze skladu“, protože tato příčina dle vedoucího skladu a vedoucího nákupu má největší dopad na to že jsou díly poničeny. Dílčími příčinami tohoto stavu nemožnosti nalezení dílů na vozíku pak jsou: velký počet dílů na vozíku a to že vozík není standardizován pro konečnou montáž. Podívali jsme se na některé vozíky, které byly připraveny k odeslání do výroby a vozíky byly strukturovány dle materiálu dílů, což je ale v počtu +/- 300 dílů stále dost nestandardní.

Obě tyto dílčí příčiny „mnoho dílů na vozíku ze skladu“ a „vozík není optimálně standardizován pro konečnou montáž“ mají stejnou výchozí příčinu – procesní kroky konečné montáže nejsou standardizovány. Sklad nemůže redukovat množství dílů na vozíku a stejně tak nemůže standardizovat vozík pro konečnou montáž a to z důvodu, že každý zaměstnanec rozhoduje o svém postupu montáže sám a konečná montáž nemá pevnou sekvenci kroků.

Na základě této analýzy jsme došli ke kořenové příčině a to takové, že procesní kroky konečné montáže nejsou standardizovány. Standardizace těchto kroků by dle vedoucího plánování a vedoucího skladu vedla ke zredukování scrapových a chybějících/ztracených dílů, které díky tomu vznikají, a které tvoří $\frac{3}{4}$ většinu v souboru PQC. Nyní už můžeme přejít k návrhu na zefektivnění výrobního procesu, protože jsme detekovali kořenovou příčinu dlouhého leadtimu u konečné montáže.



Obrázek 3-4: Základní příčiny a jejich vzájemné interakce
[Zdroj: autor]

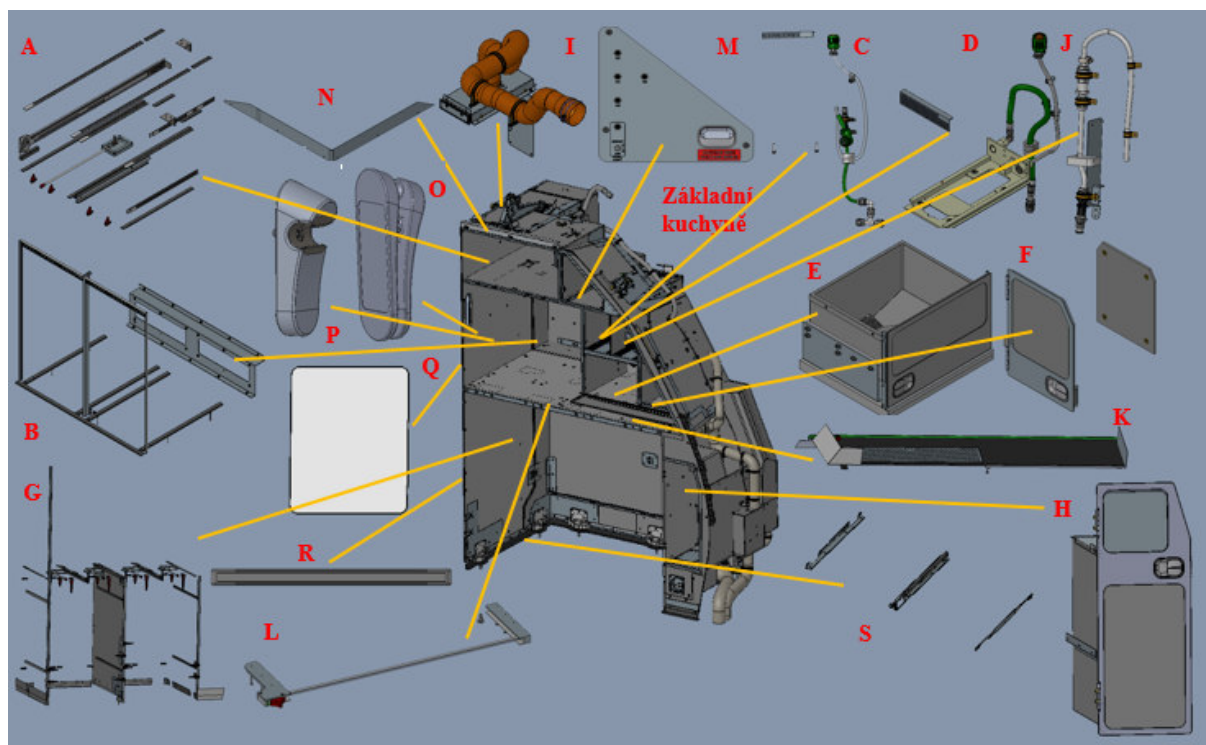
4 Návrh k zefektivnění vybraného procesu

Tato kapitola poskytuje návrh řešení, jak standardizovat proces konečné montáže. První část popisuje problém, který musíme vyřešit. Druhá podkapitola se zabývá samotným procesem standardizace a uvádí dva návrhy k zefektivnění výroby společnosti.

4.1 Popis problému

V kapitole 3 jsme došli k závěru, že hlavní příčinou dlouhé dodací lhůty u konečné montáže je to, že procesní kroky konečné montáže nejsou standardizovány. Proto musíme standardizovat sled činností konečné montáže. Standardizaci lze chápat také jako tvorbu standardů. Standardizaci jednotlivých kroků je důležité odlišit od samotné tvorby „standardů“, jak jsou v některých podnicích označovány pracovní instrukce (návodky), časové diagramy atd. Standardizaci, kterou je potřeba v této práci provést chápeme jako výběr správné sekvence, která minimalizuje dodací lhůtu. Tento problém bude řešen u modelu kuchyně typu G1 601850-001801 a to z důvodu, že se jedná o typ kuchyně, jehož výroba je nejrozšířenější typ kuchyní vyráběné společností Safran Cabin CZ s.r.o..

Cílem Safranu je redukovat lead time o 10%. Po analýze současného stavu výroby byl detekován proces konečné montáže jako úzké místo. Proces se skládá z různých činností, které mají specifický čas zpracování. Počet aktivit závisí na typu kuchyně. V kapitole 3.2 jsme proces konečné montáže rozdělili do 14ti různých procesních kroků. Pro lepší plánování sekvencí určíme podrobnější činnosti, jež jsou použity v části 3.2 a to z důvodu, že rozdělení kroků v kapitole 3.2 představuje vysokou úroveň jednotlivých kroků, které poskytují pouze přehled o procesu. Vzhledem k tomu že konečná montáž nemá pevnou sekvenci jednotlivých kroků, tak někteří zaměstnanci začínají např. s instalací výlisků/profilů. Tuto činnost však nedokončí, začnou instalovat přídržovače, a poté se vrátí opět k instalaci zbytku výlisků/profilů. Z tohoto důvodu chceme zahrnout možnost vygenerovat sekvence, kombinací procesních kroků s jednotlivými kity kuchyně, tak abychom dosáhli požadovaného cíle. Za kity kuchyně jsou v podniku považovány jednotlivé podstestavy, ze kterých se kuchyň skládá. Obrázek 4-1 poskytuje přehled všech kitů kuchyně G1 601850-001801 včetně jejich názvu. Kuchyně uprostřed obrázku 4-1 je základní kuchyně pro všechny typy G1. Příloha č. 2 poskytuje přehled o tom, jaké procesní kroky obsahují jednotlivé kity a zobrazuje jednotlivé další komponent, které je potřeba instalovat v rámci dílčích procesních kroků (činností).



A 263101-11 - Kontejner	H 263113-41 - Odpadkový koš	O 263120-11 - Klip na poznámky
B 263103-221 - Kit trouby	I 263115-11 - Vzduchový systém	P 263120-21 - Otvírák na lahve
C 263105-61 - Nápojový kit	J 263116-41 - Odvětrávání trouby	Q 263120-61 - Zrcadlo
D 263106-21 - Nápojový kit	K 263117-31 - Pracovní deska	R 263121-11 - Nárazník
E 263107-31 - Šuplík na led	L 263119-11 - Výsuvná deska	S 691850-1811 - Přizpůsobovací kit
F 263108-81 - Úložné místo	M 608850-1121 - Elektrický panel	
G 263109-71 - Inst. trolejí	N 263118-111 - Úchytný systém	

Obrázek 4-1: Jednotlivé kity kuchyňky typu G1
Upraveno dle [19]

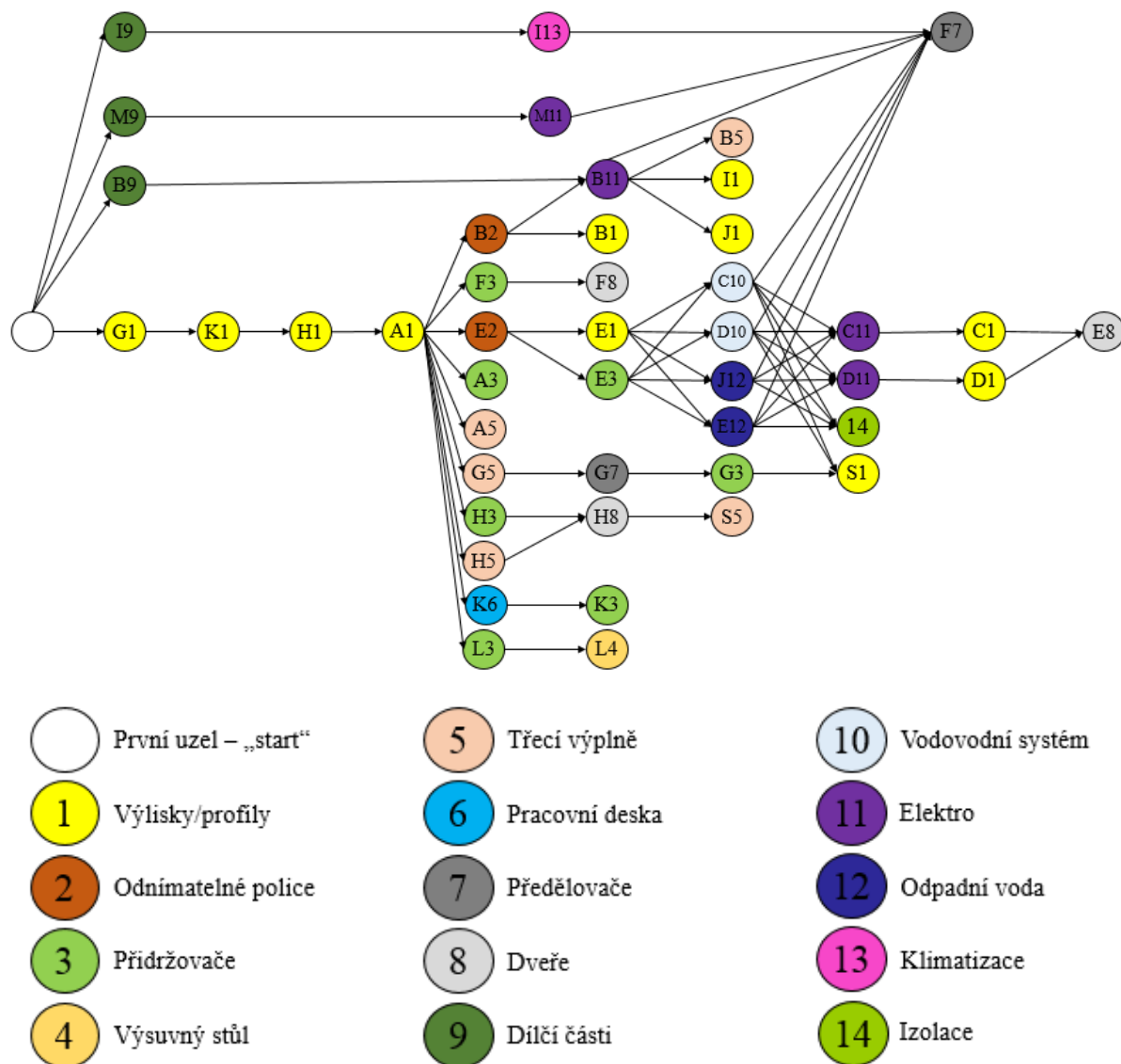
Kity N, O, P, Q, a R jsou specifické a to z důvodu, že jsou volitelné a na objednání od zákazníka. Tyto volitelné kity musí být sestaveny na konci procesu konečné montáže, proto je nebereme v úvahu při určování standardní sekvence. Sestavení těchto kitů trvá celkem přibližně 30 minut.

Některé činnosti mají mezi sebou prioritní vztahy, činnost X nelze zahájit, dokud není činnost Y dokončena. Znalosti o těchto vztazích konečné montáže jsou známé vedoucími pracovníky stejně tak i zaměstnanci. Proto jsme požádali, aby vedoucí pracovníci odpověděli na dvě otázky pro každou z činností.

1. Jaké činnosti je potřeba provést před zahájením aktivity X?
2. Které činnosti musí následovat po provedení činnosti X?

Pokládáním těchto dvou otázek sestavíme diagram prioritních vztahů mezi činnostmi. Pro každou činnost se musíme ptát zda nějaká jiná činnost je potřeba udělat před a nebo po dané činnosti. Seskupení činností je třeba provést, abychom určili prioritní vztahy.

Na obrázku 4-2 je síťový diagram, který udává prioritní vztahy mezi činnostmi. První „uzel“ je dokončený předchozí dílčí proces. Písmeno uvádí kit z předchozího obrázku, číslo představuje číselné označení činnosti v procesu. Činnost před šipkou musí být dokončená před zahájením činnosti po šipce. Jako příklad lze uvést, že činnost B11 – montáž elektrické instalace kitu trouby nemůže začít dřív, než jsou dokončené činnosti B9 – výroba podsestav pro kit trouby a B2 – instalace výlisků/profilů do kitu trouby.



Obrázek 4-2: Aktivita a jejich vzájemné interakce
[Zdroj: autor]

Procesní krok Izolace (14) není spojena s žádným kitem. Tato aktivita může být udělána pokud je nainstalovaná voda a odpadní systém (C10, D10, J12 a E12).

Příloha č. 3 poskytuje časy zpracování každé z činností. Tyto doby zpracování byly naměřeny za ideálních podmínek, kdy pracovníci měli všechny díly k dispozici a strukturované tak, aby byly snadno rozeznatelné. Odlišující se tedy od původních náměrů (viz. kapitola 3.2), kde podmínky odpovídali skutečnému výchozímu (neuspořádanému) stavu.

Celkové doby zpracování v procesním kroku, které jsme určily v kapitole 3.2, se dělí dále na jednotlivé činnosti, z tohoto dělení budeme dále vycházet. Časy zpracování však budeme uvažovat z přílohy č. 3, protože se jedná o předpokládaný stav po odstranění kořenové příčiny tedy např. Instalace všech polic kuchyňky trvá 1,24 hodiny – aktivita B2 (odnímatelná police z kitu trouby) trvá 48 minut a aktivity E2 (police z šuplíku na led) trvá 36 minut. Více viz. příloha č. 3.

Dalším faktorem, který ovlivňuje lead time jsou doby výměny jednotlivých nástrojů. Jde o čas, potřebný ke změně nástroje potřebného pro následující aktivitu. Např. pro instalaci výlisků nebo-li profilů v kitu G (instalace trolejí) potřebuje zaměstnanec lepící pistoli, ale následně potřebuje vrtačku. K obou úkonům slouží rozvod vzduchu, který je v každé buňce přiveden pouze jeden. Čas potřebný na změnu z lepící pistole na vrtačku je doba výměny jednotlivých nástrojů. Tato doba závisí na sledu činností. Pro práci jsou dané časy výměny nástrojů kvalifikovaným odhadem vedoucích pracovníků. Doby výměny nástrojů jsou zaznamenány v příloze 4.

V samotném procesu standardizace se budeme tedy soustředit na hlavní část problému tedy na samotnou standardizaci, jejímž vyřešením je předpoklad dosažení požadovaného cíle redukce lead time.

4.2 Proces standardizace

Standardizované procesy jsou základem pro neustálé zlepšování a jsou důležité, protože je nemožné zlepšit proces dokud nebude stabilizován a standardizován. Je důležité si položit otázku – co je standardizace? Zde použijeme definici z publikace Řízení výroby od Tomka a Vávrové: Standardizace je proces, při kterém dochází k výběru, sjednocování a ustálení jednotlivých variant postupů, procesů, vstupů a jejich kombinací. [18]

V rámci této práce musíme standardizovat posloupnost činností procesu konečné montáže. Posloupnost má vliv na efektivitu celého procesu montáže. Proto je důležité vybrat sekvenci, která je optimální pro společnost Safran. Abychom dosáhli dobrého standardu, musíme vyřešit vhodné sestavení sekvence jednotlivých procesních kroků. Výsledkem je pak procesní plán pro konkrétní typ kuchyně.

Kritéria a omezení

Aby bylo možné vybrat z množství možných sekvencí je potřeba si stanovit kritéria a omezení, abychom dospěli k výsledku. V kapitole 4.1 je popsán problém výrobního procesu konečné montáže, který je třeba vyřešit.

Cílem této práce je zredukovat lead time o 10%. Vedení společnosti stanovilo počet dostupných zaměstnanců na montáž jedné kuchyně, maximálně o velikosti dvou zaměstnanců. Jeden zaměstnanec pracuje denně 8 hodin – jedna pracovní směna. Předpoklad pro tuto práci je takový, že oba zaměstnanci mohou provádět všechny činnosti, abychom dosáhli, co nejflexibilnějších zdrojů. Jedním z nejdůležitějších předpokladů je ten, že je k dispozici všechen materiál. Toto je velice důležité, protože pro získání výsledku a vyřešení problému se standardizací, musí být v praxi dodávka dílů bezproblémová.

Oba níže navržené standardy konečné montáže jsou výsledkem společného meetingu mezi autorem práce, vybraným týmem industrializace, vedoucími pracovníky konečné montáže a vedoucím pracovníkem plánování.

4.2.1 Návrh standardu konečné montáže – A

Návrh standardu konečné montáže A poskytuje řešení pro typ kuchyně G1 601850-001801 s jedním pracovníkem. Hlavním cílem je redukce lead času minimálně 10%. Při tvorbě tohoto návrhu bylo vedlejším cílem minimalizovat dobu výměny a tím pomoci k redukci lead času. Zároveň bylo vedlejším cílem odstranit ztrátové časy, které mohou vznikat při montáži se dvěma pracovníky, kdy pracovníci se navzájem blokují a čekají na dokončení činnosti druhým pracovníkem.

Při tvorbě návrhu se zkoumaly jednotlivé procesní kroky konečné montáže, zejména s ohledem na jejich návaznost (respektování předchůdců a následníků jednotlivých kroků – viz. síťový diagram z kapitoly 4.1). Dále se brala v potaz návaznost použití jednotlivých nástrojů. Postup při tvorbě sekvence procesních kroků byl takový, že se zkoumaly jednotlivé kroky dle výše zmíněných požadavků a tak se volila jejich návaznost.

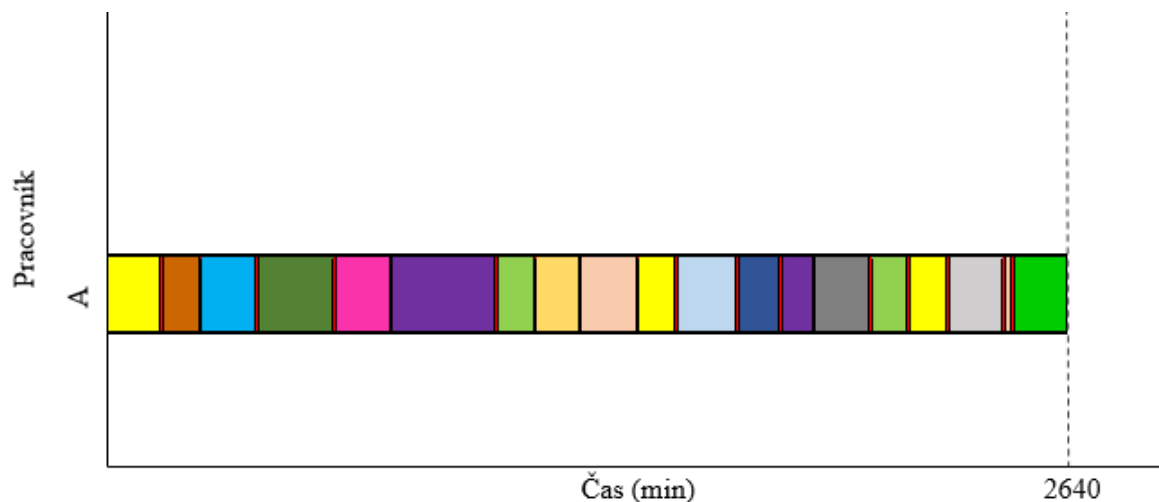
Tabulka 4-1 uvádí týmem navržené jednotlivé procesní kroky včetně konkrétních časů výměn nářadí, časů procesních činností, jejich součtu a kumulativního součtu těchto časů.

Procesní krok	Čas (min)			
	Výměna nářadí	Procesní krok	Celkem	Kumulativní součet
G1	0	90	90	90
K1	0	27	27	117
H1	0	21	21	138
A1	0	10	10	148
B2	5	48	53	201
E2	0	36	36	237
K6	3	144	147	384
I9	5	60	65	449
M9	0	110	110	559
B9	0	124	124	683
I13	5	144	149	832
M11	3	410	413	1245
B11	0	45	45	1290
F3	5	5	10	1300
E3	0	15	15	1315
A3	0	20	20	1335
H3	0	5	5	1340
K3	0	5	5	1345
L3	0	10	10	1355
L4	5	84	89	1444
B5	5	28	33	1477
A5	0	60	60	1537
G5	0	75	75	1612
H5	0	25	25	1637
I1	5	2	7	1644
J1	0	3	3	1647

B1	0	25	25	1672
E1	0	20	20	1692
C10	5	115	120	1812
D10	0	119	119	1931
J12	3	80	83	2014
E12	0	28	28	2042
C11	3	15	18	2060
D11	0	24	24	2084
F7	3	25	28	2112
G7	0	107	107	2219
G3	5	48	53	2272
C1	5	5	10	2282
D1	0	5	5	2287
S1	0	32	32	2319
F8	0	15	15	2334
E8	0	105	105	2439
H8	0	30	30	2469
S5	5	5	10	2479
14	5	156	161	2640

Tabulka 4-1: Návrh standardu konečné montáže A – Uspořádané procesní kroky
[Zdroj: autor]

Graf 4-1 znázorňuje graficky uspořádané jednotlivé procesní kroky z tabulky 4-1.



Graf 4-1: Návrh standardu konečné montáže A – Uspořádané procesní kroky
[Zdroj: autor]

Tabulka 4-2 shrnuje jednotlivé časy.

Návrh	A	
Typ kuchyně	G1 - 601850-001801	
Počet pracovníků	1	
	<i>Min</i>	<i>Hod</i>
Čistý výrobní čas	2565	42,8
Čas výměn nářadí	75	1,3
Čas čekání	0	0,0
Ztráty celkem	75	1,3
Celkový čas včetně ztrát	2640	44

Tabulka 4-2: Návrh standardu konečné montáže A - Časy zpracování
[Zdroj: autor]

4.2.2 Návrh standardu konečné montáže – B

Návrh standardu konečné montáže B poskytuje řešení pro typ kuchyně G1 601850-001801 se dvěma pracovníky. Hlavním cílem je redukce lead času minimálně 10%. Při tvorbě tohoto návrhu bylo opět vedlejším cílem minimalizovat dobu výměny nářadí a tím pomoci k redukcí lead času. Zároveň bylo také vedlejším cílem odstranit ztrátové časy, které mohou vznikat při montáži se dvěma pracovníky, kdy pracovníci se navzájem blokují a čekají na dokončení činnosti druhým pracovníkem. Tedy hlavní změna tohoto návrhu standardu konečné montáže oproti předchozí variantě A je použití dvou pracovníků.

Při tvorbě návrhu se zkoumaly jednotlivé procesní kroky konečné montáže, zejména s ohledem na jejich návaznost (respektování předchůdců a následníků jednotlivých kroků – viz. síťový diagram z kapitoly 4.1). Dále se brala v potaz návaznost použití jednotlivých nástrojů. Postup při tvorbě sekvence procesních kroků byl takový, že se zkoumaly jednotlivé kroky dle výše zmíněných požadavků a tak se volila jejich návaznost.

Tabulka 4-3 uvádí týmem navržené jednotlivé procesní kroky včetně konkrétních časů výměn nářadí, časů procesních činností, jejich součtu a kumulativního součtu těchto časů. V této tabulce jsou odlišeni jednotliví operátoři, kteří provádějí činnosti paralelně.

Operátor 1

Procesní krok	Čas (min)			
	Výměna nářadí	Procesní krok	Celkem	Kumulativní součet
I9	0	60	60	60
M9	0	110	110	170
B9	0	124	124	294
I13	5	144	149	443
B11	3	45	48	491
M11	0	410	410	901
L4	3	84	87	988
G7	5	107	112	1100

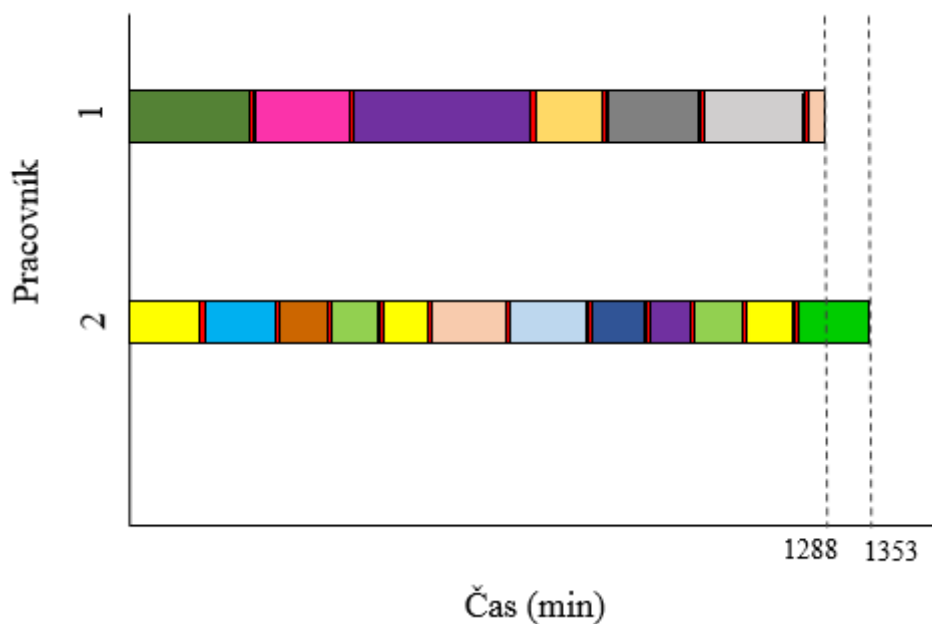
F7	0	25	25	1125
F8	3	15	18	1143
H8	0	30	30	1173
E8	0	105	105	1278
S5	5	5	10	1288

Operátor 2

Procesní krok	Čas (min)			
	Výměna náradí	Procesní krok	Celkem	Kumulativní součet
G1	0	90	90	90
K1	0	27	27	117
H1	0	21	21	138
A1	0	10	10	148
K6	10	144	154	302
B2	3	48	51	353
E2	0	36	36	389
F3	3	5	8	397
E3	0	15	15	412
A3	0	20	20	432
H3	0	5	5	437
K3	0	5	5	442
L3	0	10	10	452
B1	5	25	30	482
E1	0	20	20	502
B5	5	28	33	535
A5	0	60	60	595
G5	0	75	75	670
H5	0	25	25	695
C10	5	115	120	815
D10	0	119	119	934
J12	3	80	83	1017
E12	0	28	28	1045
C11	3	15	18	1063
D11	0	24	24	1087
G3	5	48	53	1140
I1	5	2	7	1147
J1	0	3	3	1150
C1	0	5	5	1155
D1	0	5	5	1160
S1	0	32	32	1192
14	5	156	161	1353

Tabulka 4-3: Návrh standardu konečné montáže B – Uspořádané procesní kroky
[Zdroj: autor]

Graf 4-2 znázorňuje graficky uspořádané jednotlivé procesní kroky z tabulky 4-3.



Graf 4-2: Návrh standardu konečné montáže B – Uspořádané procesní kroky
[Zdroj: autor]

Tabulka 4-4 shrnuje jednotlivé časy.

Návrh	B			
Typ kuchyně	G1 - 601850-001801			
Počet pracovníků	2			
	Pracovník 2		Pracovník 1	
	Min	Hod	Min	Hod
Čistý výrobní čas	1301	21,68	1264	21,07
Čas výměn náradí	52	0,87	24	0,40
Čas čekání	0	0,00	0	0,00
Ztráty celkem	52	0,87	24	0,40
Celkový čas včetně ztrát	1353	22,55	1288	21,47

Tabulka 4-4: Návrh standardu konečné montáže B - Časy zpracování
[Zdroj: autor]

Výběr vhodného návrhu včetně zdůvodnění bude proveden v kapitole 5 Zhodnocení.

5 Zhodnocení

Cílem práce je zredukovat lead time o 10%. Díky analýze současného stavu výroby bylo zjištěno úzké místo výroby v procesu konečné montáže. Po následné analýze aktuálního stavu konečné montáže bylo zjištěno hned několik příčin, které vedou k dlouhému lead time. Jako kořenová příčina je zde vybrána – procesní kroky nejsou standardizovány.

Současný stav výroby kuchyně typu G1 601850-001801 na pracovišti konečné montáže je následující:

- 2 pracovníci finální montáže:
- Montáž struktury – 59 hodin
- Montáž systémů – 55 hodin

Při návrhu řešení navrhuje pouze možnosti s jedním nebo dvěma pracovníky a to z důvodu možné vzájemné blokace pracovníků a tudíž by docházelo k dalším časovým ztrátám, protože buňka potřebná pro montáž je příliš malá.

Vyloučili jsme kity: úchytný systém, klip na poznámky, otvírák na lahve, zrcadlo a nárazník (N, O, P, Q a R). Vyloučili jsme je z důvodu, že tyto kity jsou volitelné a na objednání od zákazníka, proto ne každá montáž kuchyně typu G1 probíhá včetně těchto kitů. Tyto kity jsou montovány na konci procesu konečné montáže a jejich montáž trvá v průměru pouze 30 minut na všech 5 kitů. Z výše uvedených důvodů je možné tyto kity vyloučit z možných návrhů standardizace.

K získání navržených sekvencí v praxi musí být splněny následující podmínky, a to kvůli předpokladům správné funkčnosti uvedených návrhů:

- počet pracovníků na kuchyň se rovná maximálně dvěma;
- oba pracovníci mohou provádět všechny činnosti;
- 1 směny se skládá z 8 pracovních hodin;
- k dispozici všechen materiál;
- kritérium minimalizace lead time s ohledem na časy výměn nástrojů;
- odstranění ztrátových časů z důvodu vzájemné blokace pracovníků.

Při dodržení výše zmíněných kritérií v navržených řešeních je samozřejmě hlavním faktor, který rozhoduje o volbě varianty hodnota redukce lead timu.

Na základě kritérií a cíle byly po konzultaci se společností vytvořeny dva návrhy možné standardizace procesu konečné montáže. Výsledné hodnoty týkající se těchto návrhů při jejich porovnání se současnou situací na konečné montáži jsou uvedeny v tabulách 5-1 a 5-2.

	Konečná montáž			Lead time (hod)
	Pracovník 1	Pracovník 2	Celkem	
Současná situace (hod)	59,0	55,0	114,0	59,0
Navržený standard A (hod)	44,0	0,0	44,0	44,0
Zefektivnění	v hod		-70,0	-15,0
	v %		61	25

Tabulka 5-1: Zhodnocení současné situace a návrhu A
[Zdroj: autor]

	Konečná montáž			Lead time (hod)
	Pracovník 1	Pracovník 2	Celkem	
Současná situace (hod)	59,0	55,0	114,0	59,0
Navržený standard B (hod)	22,6	21,5	44,1	22,6
Zefektivnění	v hod		-69,9	-36,4
	v %		61	62

Tabulka 5-2: Zhodnocení současné situace a návrhu B
[Zdroj: autor]

Pomocí podmínky, že všechny materiál je k dispozici jsme dosáhli takto markantního zefektivnění v obou navržených variantách. Toto zefektivnění naznačovali již výrazně kratší časy při provádění náměrů za ideálních podmínek tedy za dostupnosti veškerého materiálu – viz. kapitola 4.1.

Tabulky 5-1 a 5-2 ukazují zefektivnění v rámci procesu konečné montáže při jednotlivých navržených variantách. V práci se však soustředíme na redukci celkového lead time výrobního procesu, ne jen jeho dílčího procesu. Je tedy nutné zahrnoutou redukci dílčího lead time do celkové doby výroby a to následně porovnat s vytyčeným cílem jeho redukce o 10%. Zahrnutí konečné montáže do celkového výrobního procesu při porovnání současného stavu a návrhu A zobrazuje tabulka 5-3.

	Výrobní proces Lead time	
Současná situace (hod)	166,4	
Navržený standard A (hod)	151,4	
Zefektivnění	v hod	-15,0
	v %	9

Tabulka 5-3: Zhodnocení celkové výroby a návrhu A
[Zdroj: autor]

Tabulka 5-4 znázorňuje návrh B v porovnání se současným stavem celkového procesu výroby.

	Výrobní proces Lead time	
Současná situace (hod)	166,4	
Navržený standard A (hod)	130,0	
Zefektivnění	v hod	-36,4
	v %	22

Tabulka 5-4: Zhodnocení celkové výroby a návrhu B
[Zdroj: autor]

Z tabulky je patrné, že při volbě návrhu A bychom nedosáhli cílové redukce, která je stanovena hranicí 10%. Naopak při volbě návrhu B je stanovený cíl dosažen a i výrazně překročen. Z toho jednoznačně plyne doporučení volit variantu návrhu B.

Znovu je potřeba si uvědomit, že pokud se vyřeší příčina „procesní kroky nejsou standardizovány“, bude to mít pro Safran následující výhody:

- zkrácení lead time;
- proces konečné montáže se stane kontrolovatelným procesem, což znamená, že společnost může začít neustále zlepšovat tento proces;
- je možné strukturovat vozík ze skladu lépe pro zaměstnance konečné montáže, např. objednáním dílů v pořadí konečné montáže a/nebo dodáváním dílů na den;
- výše uvedené body společně sníží počet chybějících a nesprávně vychystaných dílů během montáže, protože příčiny jako „vozík ze skladu není standardizován“, „mnoho dílů na vozíku ze skladu“ atd. budou vyřešeny.

Závěr

Cíl této práce spočíval ve zredukování lead time výroby kuchyněk o 10% a to z důvodu zvyšující se poptávky od společnosti Airbus, který je hlavní zákazník společnosti Safran Cabin CZ s.r.o. Současný lead time společnosti je 20,8 dne, tudíž cílem práce bylo zkrátit dobu výroby o minimálně 2 dny.

Ze všech výrobních procesů, které ve společnosti probíhají bylo zjištěno, že konečná montáž je úzkým místem společnosti. K tomuto zjištění se došlo analýzou současného stavu výroby. K detekci úzkého místa byl vybrán přístup „doby výroby“ a to z důvodu, že společnosti Safran chybí kvalitní data, která by umožnila použití jiného přístupu. Bylo provedeno 30 měření pomocí ERP systému, které spočívalo v přihlášení a odhlášení pracovníků ke každému procesu, který je zapotřebí vykonat k vytvoření kuchyňky.

Proces konečné montáže se skládá ze dvou toků. Jeden je montáž struktury a druhý je montáž systémů. Lead time konečné montáže je 7,3 dne. Pomocí diagramu Ishikawa bylo zjištěno, že existuje mnoho příčin, které vedou k tomuto dlouhému lead time. A proto bylo zapotřebí provést kvantifikaci těchto příčin, z důvodu nalezení kořenové příčiny. Skutečnost, že proces konečné montáže není standardizován, se ukázala jako klíčová pro naplnění cíle této práce. Odstraníme-li kořenovou příčinu „proces konečné montáže není standardizován“, dosáhneme cíle.

Byly vytvořeny dva návrhy na standardizaci procesu konečné montáže, které spočívají ve vytvoření vhodné sekvence jednotlivých procesních kroků s respektováním omezujících kritérií. Jeden z návrhů naplňuje cíl vytyčený v práci a byl tedy společnosti Safran Cabin CZ s.r.o. doporučen.

Seznam použitých zdrojů

- [1] AIRBUS S.A.S. *SFE Galleys and Stowages - Brochure issue 2*. France, 2014.
- [2] BROUM, Tomáš. *Řízení nákladů produktu v předvýrobních etapách*. Plzeň, 2015. Disertační práce. ZČU Plzeň.
- [3] JÓNSSON, Arnór a Victor SVENSON. *Systematic Lead Time Analysis*. Gothenburg, 2016. Master's thesis. Chalmers University of Technology.
- [4] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ.
- [5] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [6] KOPEČEK, P., MALAGA, M. *Plánování a řízení výroby a DP*. 1. vyd. Plzeň : SmartMotion, 2012, ISBN: 978-80-87539-14-9.
- [7] LÍBAL, Vladimír. *Organizace a řízení výroby*. 7. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00050-5.
- [8] MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL, J. *Projektování výrobní základny - teoretická část*. 1. vyd. Plzeň : SmartMotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-30-9.
- [9] *Odkud pochází Zodiac Aerospace?* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.delamedoletadel.cz/odkud-pochazi-zodiac-aerospace/>.
- [10] *Reliable Shop Floor Bottleneck Detection for Flow Lines through Process and Inventory Observations* [online]. Germany, 2014 [cit. 2020-07-24]. Robust Manufacturing Conference. Karlsruhe University of Applied Sciences.
- [11] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [12] SYNEK, Miloslav. *Podniková ekonomika*. 4., přeprac. a dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2006. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-892-4.
- [13] ŠEDIVÁ, Hana. *Analýza rizik v mezinárodním podnikání na bázi studie skupiny Zodiac Aerospace*. Praha, 2011. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- [14] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L. *Logistika - teoretická část*. 1. vyd. Plzeň : SmartMotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-35-4.
- [15] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.
- [16] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.
- [17] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-731-8381-1.
- [18] *Výrobní systém a jeho chování - výrobní proces* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://technologie.fsv.cvut.cz/aitom/podklady/online-priprava-demo/text12.html>.
- [19] Zodiac Galleys Europe (2017a). *A320 SFE Galleys and Stowages* [PowerPoint slides]. Retrieved at 29 June, 2020 from Zodiac Galleys Europe.

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Dotazník

Příloha č. 2 – Činnosti konečné montáže

Příloha č. 3 – Časy zpracování činností konečné montáže

Příloha č. 4 – Časy výměn nářadí konečné montáže

Příloha č. 1

DOTAZNÍK

Marie Forstová, student 5. ročníku ZČU/FST – Průmyslové inženýrství a management
Nestandardizovaný dotazník pro potřeby diplomové práce.

Cíl: zjistit hlavní příčiny, které mají vliv na lead time

Princip: rozdělení 100 bodů do jednotlivých prázdných polí dle vlastního uvážení k závažnosti vlivu na lead time

Příčina	Body
Absence nářadí na pracovišti	
Činnosti těsnění brání dalším aktivitám	
Díly nesedí na struktuře kuchyně	
Dlouhá doba vytvrzení lepidla	
Chybějící díly ze skladu	
Chybějící podsestavy z předchozích pracovišť	
Chybějící zpětná vazba	
Chybí detailní plánování konečné montáže	
Jeden pracovník na montáž struktury	
Jeden pracovník na montáž systémů	
Malá buňka potřebná pro montáž	
Mnoho rušivých pohybů kolem	
Nesprávně vychystané díly	
Podsestavy montovány na konečné montáži	
Potřeba pokročilého nářadí	
Procesní kroky nejsou standardizovány	
Rozdílné dovednosti	
Vozík ze skladu není standardizován	
Zbytečné opakující se úkony	

Tabulka 0-1: Zadání dotazníku
[Zdroj: autor]

Příloha č. 2

ČINNOSTI KONEČNÉ MONTÁŽE

Tabulka 0-2 uvádí přehled procesních činností konečné montáže v závislosti na jednotlivých kitech kuchyňky. Červeně zbarvené jsou procesní činnosti, které je třeba instalovat v návaznosti na jednotlivé kity u typu kuchyně G1.

Kity N, O, P, Q a R jsou volitelné zákazníkem. Zákazník si může vybrat, zda chce tyto kity nebo ne. Doba montáže všech těchto volitelných kitů je celkem 30 minut. Tyto kity nejsou zaznamenány v procesních krocích konečné montáže v kapitole 3.2 a to z toho důvodu, že jsou vždy namontovány na konci procesu konečné montáže, není třeba je tedy brát v úvahu pro možné změny sekvence procesu konečné montáže.

Je důležité uvést, že činnost – instalace izolace lze provést pouze v případě, že jsou nainstalovány všechny vodovodní a kanalizační systémy.

		Kuchyň G1 - 601850-001801													
Procesní kroky		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kit	Popis	Instalace výlisků/profilů	Instalace odnímatelných polic	Instalace přídržovačů	Instalace výsuvného stolu	Instalace třecích výplní	Instalace pracovní desky	Instalace předtřovačů	Instalace dveří	Montování dílčích částí	Instalace vodovodních systémů	Elektroinstalace	Instalace rozvodů odpadní vody	Instalace klimatizace	Instalace izolace
A	263101-11	Kontejner													
B	263103-221	Kit trouby													
C	263105-61	Nápojový kit													
D	263106-21	Nápojový kit													
E	263107-31	Šuplík na led													
F	263108-81	Úložný prostor													
G	263109-71	Instalace trolejí													
H	263113-41	Odpadkový koš													
I	263115-11	Vzduchový systém													
J	263116-41	Odvětrávání trouby													
K	263117-31	Pracovní deska													
L	263119-11	Výsuvná deska													
M	608850-1121	Elektrický panel													
N	263118-111	Úchytný systém													
O	263120-11	Klip na poznámky													
P	263120-21	Otvírák na lahve													
Q	263120-61	Zrcadlo													
R	263121-11	Nárazník													
S	691850-1811	Přípůsobovací kit													

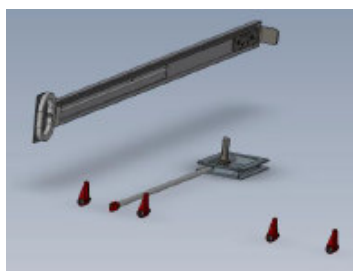
Tabulka 0-2: Přehled činností konečné montáže pro kuchyň G1
[Zdroj: autor]

Níže jsou uvedeny veškeré součásti, které je potřeba namontovat. Písmeno značí jednotlivé kity, poté následují dílčí procesní činnost.

A – Výlisky/profilů



A – Přídržovače



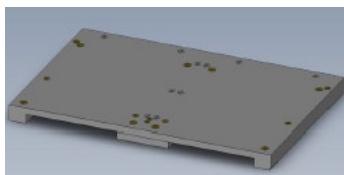
A – Třecí výplně



B – Výlisky/profil



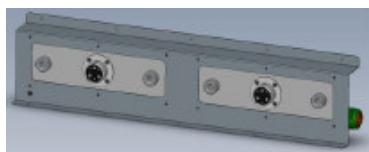
B – Odnímatelné police



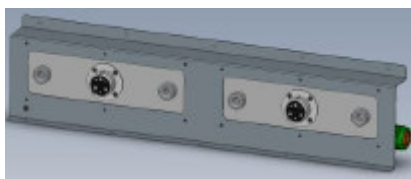
B – Třecí výplně



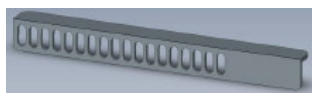
B – Dílčí části



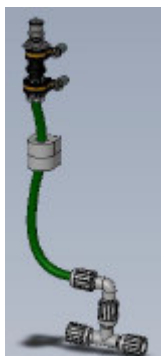
B – Elektro instalace



C – Výlisky/profil



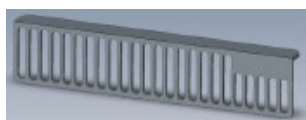
C – Vodovodní systém



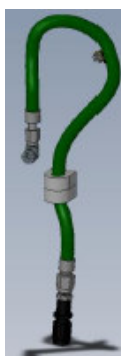
C – Elektro instalace



D – Výlisky/profil



D – Vodovodní systém



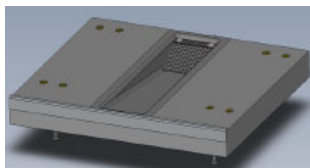
D – Elektro instalace



E – Výlisky/profil



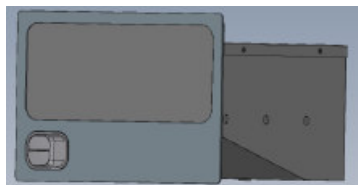
E – Odnímatelné police



E – Přidržovače



E – Dveře



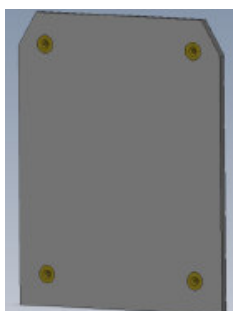
E – Rozvody odpadní vody



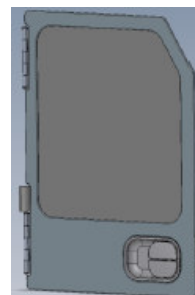
F – Přidržovače



F – Předělovače



F – Dveře



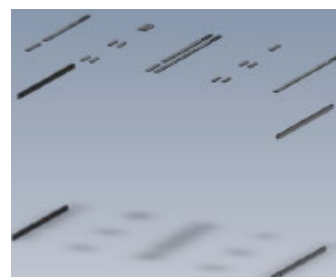
G – Výlisky/profil



G – Přidržovače



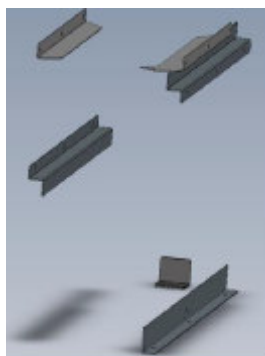
G – Třecí výplně



G – Předělovače



H – Výlisky/profilý



H – Přidržovače



H – Třecí výplně



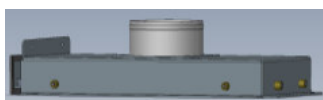
H – Dveře



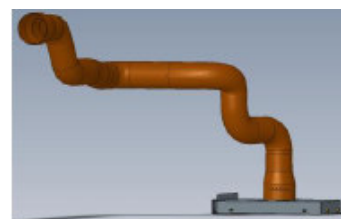
I – Výlisky/profilý



I – Dílčí části



I – Klimatizace



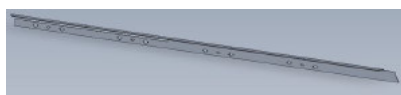
J – Výlisky/profil



J – Rozvody odpadní vody



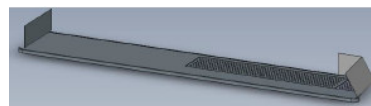
K – Výlisky/profil



K – Přidržovače



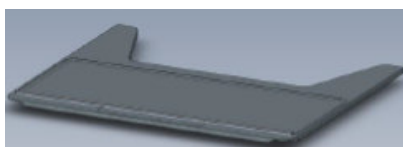
K – Pracovní desky



L – Přidržovače



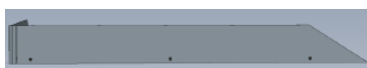
L – Výsuvný stůl



M – Elektro instalace



N



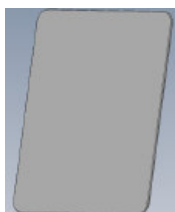
O



P



Q



R



S – Výlisky/profil



S – Třecí výplně



Příloha č. 3

ČASY ZPRACOVÁNÍ ČINNOSTÍ KONEČNÉ MONTÁŽE

Tabulka 0-3 udává dobu zpracování všech činností konečné montáže (v závislosti na jednotlivých kitech) v minutách. Tyto doby zpracování byly naměřeny za ideálních podmínek, kdy pracovníci měli všechny díly k dispozici a strukturované tak, aby byly snadno rozeznatelné. Odlišující se tedy od původních náměrů (viz. kapitola 3.2), kde podmínky odpovídali skutečnému výchozímu (neuspořádanému) stavu.

Činnost	Kit		Výrobní čas (min)
Instalace výlisků/profilů	A1	Kontejner	10
	B1	Kit trouby	25
	C1	Nápojový kit	5
	D1	Nápojový kit	5
	E1	Šuplík na led	20
	G1	Instalace trolejí	90
	H1	Odpadkový koš	21
	I1	Vzduchový systém	2
	J1	Odvětrávání trouby	3
Instalace odnímatelných polic	K1	Pracovní deska	27
	S1	Přizpůsobovací kit	32
	B2	Kit trouby	48
Instalace přidržovačů	E2	Šuplík na led	36
	A3	Kontejner	20
	E3	Šuplík na led	15
	F3	Úložný prostor	5
	G3	Instalace trolejí	48
	H3	Odpadkový koš	5
	K3	Pracovní deska	5
	L3	Výsuvná deska	10
Instalace výsuvného stolu	L4	Výsuvná deska	84
Instalace třecích výplní	A5	Kontejner	60
	B5	Kit trouby	28
	G5	Instalace trolejí	75
	H5	Odpadkový koš	25
	S5	Přizpůsobovací kit	5
Instalace pracovní desky	K6	Pracovní deska	144
Instalace předělovačů	F7	Úložný prostor	25
	G7	Instalace trolejí	107
Instalace dveří	E8	Šuplík na led	105
	F8	Úložný prostor	15

	H8	Odpadkový koš	30
Montování dílčích částí	B9	Kit trouby	124
	I9	Vzduchový systém	60
	M9	Elektrický panel	110
Instalace vodovodních systémů	C10	Nápojový kit C	115
	D10	Nápojový kit D	119
Elektro instalace	B11	Kit trouby	45
	C11	Nápojový kit C	15
	D11	Nápojový kit D	24
	M11	Elektrický panel	410
Instalace rozvodů odpadní vody	E12	Šuplík na led	28
	J12	Odvětrávání trouby	80
Instalace klimatizace	I13	Vzduchový systém	144
Instalace izolace	14	-	156

Tabulka 0-3: Časy zpracování činností konečné montáže
[Zdroj: autor]

Příloha č. 4

ČASY VÝMĚN NÁŘADÍ KONEČNÉ MONTÁŽE

Tabulka 0-4 udává dobu výměny nástroje mezi jednotlivými procesními kroky konečné montáže. Časy výměny nástrojů kvalifikovaně stanovili vedoucí pracovníci a vedoucí výroby.

Časy výměn nástrojů (min)	Instalace výlisků/profilů	Instalace odnímatelných polic	Instalace přídržovačů	Instalace výsuvného stolu	Instalace třecích výplní	Instalace pracovní desky	Instalace předělovačů	Instalace dveří	Montování dílčích částí	Instalace vodovodních systémů	Elektro instalace	Instalace rozvodů odpadní vody	Instalace klimatizace	Instalace izolace
Instalace výlisků/profilů	-	5	5	5	5	10	0	0	5	5	5	5	5	5
Instalace odnímatelných polic	5	-	3	0	5	3	0	0	3	5	5	5	5	5
Instalace přídržovačů	5	3	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Instalace výsuvného stolu	5	0	5	-	5	3	5	0	5	3	3	3	3	5
Instalace třecích výplní	5	5	5	5	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Instalace pracovní desky	10	3	5	3	5	-	5	3	5	5	5	5	5	5
Instalace předělovačů	0	0	5	5	5	5	-	3	3	3	3	3	3	5
Instalace dveří	0	0	5	0	5	3	3	-	5	3	3	3	3	5
Montování dílčích částí	5	3	5	5	5	5	3	5	-	5	5	5	5	5
Instalace vodovodních systémů	5	5	5	3	5	5	3	3	5	-	3	3	3	5
Elektro instalace	5	5	5	3	5	5	3	3	5	3	-	3	3	5
Instalace rozvodů odpadní vody	5	5	5	3	5	5	3	3	5	3	3	-	3	5
Instalace klimatizace	5	5	5	3	5	5	3	3	5	3	3	3	-	5
Instalace izolace	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-

Tabulka 0-4: Časy výměn nářadí konečné montáže
[Zdroj: autor]

