



Optimalizace práce na lince HVAC - Denso

Bakalářská práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301R000 – Strojní inženýrství

Autor práce: **Marek Svoboda**
Vedoucí práce: Ing. Jan Vavruška, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek Svoboda**
Osobní číslo: **S18000366**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojní inženýrství**
Název tématu: **Optimalizace práce na lince HVAC - Denso**
Zadávající katedra: **Katedra výrobních systémů a automatizace**

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

Cíle práce je optimalizovat uspořádání pracovišť na výrobní lince HVAC ve firmě DENSO MANUFACTURING CZECH s.r.o. Práce se soustředí na problematiku ruční montáže automobilových klimatizačních jednotek. Je třeba brát zřetel na lidský faktor.

1. Úvod do problematiky montážních linek a štíhlé výroby.
2. Analýza současného stavu na lince HVAC ve firmě Denso.
3. Návrh nápravných opatření.
4. Hodnocení návrhů a výběr nejlepší varianty.
5. Závěr.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40-50**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] MANLIG, F., F. KOBLASA a P. KELLER. Production systems. Edition 1st. Liberec: Technical University of Liberec, 2016. ISBN 978-80-7494-318-8.
- [2] KOŠTURIÁK, J. a M. GREGOR, 1993. Podnik v roce 2001 - revoluce v podnikové kultuře. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 80-7169-003-1.
- [3] ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [4] HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů (Technologické projekty I). 3. vyd. Brno: VUT, 2000. 201 s. 55-583-87.

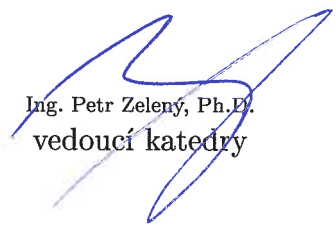
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Vavruška, Ph.D.**
Katedra výrobních systémů a automatizace

Datum zadání bakalářské práce: **15. listopadu 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2020**


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2018

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 3. 12. 2018

Podpis: Guoboda

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Janu Vavruškovi, Ph.D za ochotu a cenné rady při psaní této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za umožnění studia na vysoké škole a za podporu během celé doby jeho trvání. V neposlední řadě patří poděkování společnosti DENSO Manufacturing s.r.o. za seznámení s daným procesem, poskytnutí vstupních informací a parametrů.

TÉMA: OPTIMALIZACE PRÁCE NA LINCE HVAC – DENSO

ABSTRAKT: Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a analýzou práce na výrobní lince HVAC ve společnosti DENSO Manufacturing s.r.o. Cílem práce je analýza současného stavu procesu a nalezení příležitostí k optimalizaci procesu a snížení plýtvání. První, teoretická část se zabývá převážně štíhlou výrobou a nástroji k jejímu docílení. V druhé části je provedeno zmapování současného stavu, po kterém následuje samotný návrh optimalizace pro budoucí stav na výrobní lince. Pro výběr lepšího návrhu byly vypracovány dvě varianty, které byly porovnávány se současným stavem.

KLÍČOVÁ SLOVA: optimalizace, analýza, lean, materiálový a informační tok, výrobní linka

TÉMA: OPTIMIZATION OF WORK ON THE HVAC PRODUCTION LINE IN DENSO

ABSTRACT: This bachelor thesis examines the suggestion and analysis of work on assembly line HVAC in a company called DENSO Manufacturing s.r.o. The objective of this is to analyze actual condition of process and to find opportunities for optimization, thereby reducing its wastage. The first theoretical part of this thesis deals with lean production and tools to achieve it. In second section, there is mapping of actual condition, followed by suggestions of optimization for future set-up on assembly line. Two recommendations have been developed for the selection of creating a better design and have been compared with current state of design.

KEYWORDS: optimization, analyze, lean, material and information flow, assembly line

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce	12
3	Teoretická část.....	13
3.1	Lean production – Štíhlá výroba.....	13
3.1.1	7+1 druhů plýtvání	13
3.1.2	PDCA	15
3.1.3	Analýza práce (MTM – UAS)	16
3.1.4	ABC analýza	17
3.1.5	Materiálový a informační tok	18
3.1.6	Vyvážení linky	19
3.1.7	Metoda 5S.....	20
3.1.8	Just in Time (JIT).....	21
3.1.9	Kanban.....	22
3.1.10	FIFO	23
3.1.11	Heijunka	24
4	Praktická část.....	25
4.1	Představení společnosti	25
4.2	Představení produktu - Klimatizační jednotka (HVAC)	25
4.3	Umístění výrobní linky.....	26
4.4	Výběr představitele (ABC analýza)	27
4.5	Představení výrobní linky.....	29
4.6	Současný stav na výrobní lince.....	30
4.6.1	Vybalancování linky	30
4.6.2	Operátoři provádějící předmontáž	31
4.6.3	Operátoři provádějící montáž	34

4.6.4	Operátoři provádějící kontrolu.....	35
4.6.5	Materiálový a informační tok	37
4.6.6	Shrnutí současného stavu	37
4.7	Návrh změny.....	38
4.7.1	Výpočet určujících hodnot.....	39
4.7.2	Úprava pozic	40
4.7.3	Pracovní pozice 7 – NOVÁ A	48
4.7.4	Pracovní pozice 7 – NOVÁ B.....	49
4.7.5	Vybalancování linky	50
4.7.6	Materiálový a informační tok	51
4.7.7	Finanční zhodnocení	52
4.8	Porovnání změn.....	54
5	Závěr	55
6	Seznam použité literatury	56

Seznam zkratk

CT		Cycle Time – časový údaj cyklu
DMCZ		DENSO Manufacturing s.r.o.
FIFO		First in first out – první dovnitř a první ven
HVAC		Klimatizační jednotka
JIT		Just in Time – právě v čas
KK		Kanban karta
LEAN		Operátor/Pracovník
PTC		Positive Temperature Coefficient – pozistor
SPS box		Pevný obal s díly pro jeden HVAC
STD	[sec]	Standard time – průběžná doba výroby
TT	[sec]	Takt Time – délka taktu
TTT	[sec]	Target Takt Time – chtěná délka taktu
WS		Working Station – pracovní stanoviště

Seznam obrázků

Obrázek 1: Grafické znázornění ABC analýzy [16].....	17
Obrázek 2: Symboly pro mat. a inf. toků [17].....	18
Obrázek 3: Znázornění vyrovnanosti linky [17]	19
Obrázek 4: Princip FIFO (vlevo) a LIFO (vpravo) [15].....	23
Obrázek 5: Příklad vyrovnané výroby[5].....	24
Obrázek 6: Klimatizační jednotka [14].....	26
Obrázek 7: Rozložení výroby.....	27
Obrázek 8: Layout výrobní linky.....	29
Obrázek 9: Graf současného vybalancování	30
Obrázek 10: Pracoviště 1. operátora	31
Obrázek 11: Pracoviště 2. operátora.....	32
Obrázek 12: Pracoviště 3. operátora.....	33
Obrázek 13: Pracoviště 4. operátora	34
Obrázek 14: Hlavní výrobní část linky	34
Obrázek 15: Pracoviště 11. operátora	35
Obrázek 16: Pracoviště 12. operátora	36
Obrázek 17: Pracoviště 13. operátora	36
Obrázek 18: Graf vybalancování - Návrh A	50
Obrázek 19: Graf vybalancování - Návrh B.....	51

Seznam tabulek

Tabulka 1 - ABC analýza	28
Tabulka 2: Rozloha skladů před změnou	37
Tabulka 3: Operátor 1 a 2 současný stav	40
Tabulka 4: Operátor 1 – po změně	40
Tabulka 5: Operátor 3 a operátor 2 - po změně	41
Tabulka 6: Operátor 4 a 5 současný stav	42
Tabulka 7: Operátor 3 - po změně	43
Tabulka 8: Operátor 6 a operátor 4 - po změně	44
Tabulka 9: Operátor 7 a 8 – současný stav	44
Tabulka 10: Operátor 5 - po změně	45
Tabulka 11: Operátor 9 a operátor 6 - po změně	46
Tabulka 12: Operátor 12	47
Tabulka 13: Operátor 13 a operátor 8 - po změně	47
Tabulka 14: Operátor 10 a 11 – současný stav	48
Tabulka 15: Operátor 7 - po změně A	49
Tabulka 16: Operátor 7 - po změně B	50
Tabulka 17: Velikost skladů po změně	52
Tabulka 18: Finanční benefit	52
Tabulka 19: Přehled investic	53
Tabulka 20: Porovnání změn	54

1 Úvod

Ve 21. století se na trhu zvětšuje konkurence jak už mezi nabízenými produkty, tak i mezi firmami, které je vyrábí. Tím, že se rozšiřuje konkurenční prostředí mezi výrobními závody, se kladou vyšší nároky na kvalitu nabízených výrobků a služeb, nízkou cenu, a pružnost firem na změny na trhu. Všechny tyto faktory kladou velmi vysoké požadavky na podniky. Z tohoto důvodu se závody zabývají neustálým zlepšováním, zvyšováním efektivity a zaváděním inovačních prostředků do procesu. Snahou je zapojit do zlepšování všechny zaměstnance, od operátorů ve výrobě až po manažery v kancelářích.

Bakalářská práce se zabývá oblastí výrobního procesu klimatizační jednotky v závodu DENSO Manufacturing s.r.o. a to optimalizací montážní linky dle zásad štíhlé výroby.

Optimalizace je neustálý proces, který je možné opakovat stále a stále do kola, abychom zlepšili téměř jakýkoliv element v podniku a tím ho učinili konkurenčně schopnější. Jde ruku v ruce s ochotou managementu investovat čas a peníze do těchto procesů, které nám přinesou vyšší zisk. Každou výrobní společnost zaobírající se výrobou je možné optimalizovat s cílem např. snížit plýtvání. Kontinuální proces zlepšování je dosahován velkým množstvím nástrojů, které lze využít. Tyto nástroje nám poskytuje průmyslové inženýrství. V neposlední řadě je vhodné neopomínat ani drobné úpravy na úzkém místě výrobního systému. Zde i zlepšení o zlomek z celkového času zvyšuje propustnost systému jako celku. Díky sériové výrobě je možné, že tato úprava přinese ročně velikou časovou úsporu výrobních kapacit. Pokud je projekt velkoobjemový, je možné přijmutí velkého množství nových zakázek, které nám přinesou větší zisk.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části se zaměřuje na vysvětlení použitých metod, principů štíhlé výroby tzv. LEAN, které se uplatňují v praktické části. Praktická část je věnována problematice řešené v podniku DENSO Manufacturing s.r.o., seznámení s produktem a procesem, analýze počátečního stavu. Dále jsou uvedena jednotlivá dílčí zlepšení nedostatků analyzovaného stavu. V další části je popisováno několik návrhů na úpravu celé výrobní linky.

2 Cíl práce

Cílem práce je navrhnout optimalizaci na výrobní lince ve firmě DENSO Manufacturing s.r.o. Jedná se o montážní linku sestávající klimatizační jednotky pro automobilový průmysl. Návrh by měl být řešen pomocí nástrojů, které jsou stěžejní pro docílení štíhlé výroby.

V práci bude provedena analýza současného stavu, se kterým potom bude možné porovnávat vytvořený návrh zlepšení na této lince. K porovnání současného stavu a možných návrhů je vhodným prostředkem mapa materiálového a informačního toku.

Při návrhu změny ve výrobním procesu je třeba dbát na snížení rozpracovanosti a zkrácení celkové průběžné doby výroby. Dalším požadavkem je redukce počtu operátorů a uvolnění jejich potenciálu pro nové činnosti na inovovaných produktech. Cílem je snížení STD na výrobní lince a úspora zastavěné plochy. Je nutno respektovat požadavky zákazníka a dodržování standardů, bezpečnosti zaměstnanců a interní předpisy v závodě.

Po vypracování návrhu bude provedeno porovnání se současným stavem. Představení přínosů i nevýhod spojených se změnou oproti stávajícímu chodu.

3 Teoretická část

V této kapitole je popsán princip štlhlé výroby, která je cílem veškeré optimalizace v průmyslu. V další části je rozepsán problém plýtvání. Následuje několik vybraných kapitol o nástrojích ve štlhlé výrobě, které se dále využívají v praktické části.

3.1 Lean production – Štlhlá výroba

Termín lean production (lean manufacturing), nebo-li štlhlá výroba, vznikl v podniku Toyota z období 60. let 20. století. Pochází z Toyota Production System (TPS) a bylo k němu dospěno pouhým pohybem po výrobních i nevýrobních halách, kde se hledaly vznikající nedostatky. [4]

Tento systém se začal více uplatňovat po druhé světové válce, protože japonské tržní podmínky se velmi odlišovaly od těch, které panovaly ve Spojených státech. Americká automobilová továrna Ford vyráběla auta na výrobní lince. Její způsob výroby byl takový, že každý pracovník zastával jednu pozici, kterou vykonával pro všechny stejné výrobky. Zatímco v Japonsku se vyrábělo i několik typů automobilů na jedné lince. Toyota klade důraz na udržení si zákazníka a z toho vyplývající pružnost výroby, díky čemuž se jim lépe reagovalo na požadavky zákazníka. Zlepšování produktivity bylo dosahováno lepším využitím strojů a zavedením metod na snižování plýtvání. [4]

Hlavní myšlenkou je zkrácení času mezi výrobou a zákazníkem. Tuto myšlenku musí převzít každý zaměstnanec jakéhokoli oddělení, od operátorů přes logistiku a administraci až po vrchní management. To vede ke zvyšování efektivity práce, zlepšení materiálového toku firmou a úplnému zbavení se plýtvání. [4]

3.1.1 7+1 druhů plýtvání

Každá optimalizace je započnuta ve chvíli zjištění, že dochází k plýtvání. Proto je porozumění, problematice plýtvání, zcela zásadní pro zlepšování v procesech i toku materiálu. Jako plýtvání je označována veškerá činnost vykonávaná v podniku, stojí finance a přesto nepřidávající žádnou hodnotu. Zákazník samozřejmě nechce platit tyto nedokonalosti v procesu, což ústí v trvalé ztráty a snižuje tak efektivitu celého závodu.

Každé částečné snížení plýtvání nemusí mít za následek pouze zlepšení finančního aspektu. Může se jednat i o zvýšení bezpečnosti, ergonomie nebo zlepšení pracovního prostředí. [9]

Plýtvání je rozděleno do několika základních skupin:

Nadprodukce

V podniku se vyrobí více výrobků, než bylo objednáno, což je nejhorší způsob plýtvání. To zapříčiňuje větší nároky na skladovací prostory a navýšení dopravních nákladů. Dochází často i ke zbytečnému pohybu materiálu. Nadprodukcí je možné odstranit zavedením filozofie Just in time.

Čekání

Při tomto druhu plýtvání nevzniká žádná přidaná hodnota. Čekat může jak operátor tak i stroj. Čekat se může na materiál či informace. Rovněž se za čekání považuje oprava stroje nebo uvolňování stroje do výroby, protože tento čas mohl být využit k vytváření hodnot (výrobků), za které zákazník zaplatí. [4]

Zbytečná přeprava

Pokud musí operátor nebo materiál urazit zbytečně velkou vzdálenost v rámci procesu nebo mezi sklady, pak se tyto vzdálenosti negativně promítají na efektivitu procesu. Přeprava výrobku nepřidává hodnotu. Úpravou layoutu, přesunutím skladu materiálu nebo meziskladu se docílí snížení činností nepřidávajících hodnotu. [4]

Nesprávné výrobní postupy

Nesprávné výrobní postupy jsou způsobeny použitím nesprávných nebo méně vhodných technologií, jelikož i nevhodným přizpůsobením pracoviště. Do této kategorie plýtvání patří např. vyrábění výrobků vyšší kvality, než zákazník vyžaduje.

Vysoké zásoby

Do této skupiny spadají zásoby hotových výrobků čekajících na zákazníka, nadbytečné mezisklady s rozpracovanými výrobky, ale také zásoby materiálu. To vše vede ke zhoršování kvality materiálu nebo výrobků. Větší zásoby vedou

k větší manipulaci, a to způsobuje další plýtvání. V této kategorii se ukrývají i další problémy jako například naddimenzování využití plochy na skladování. [4]

Zbytečné činnosti

Jedná se o činnosti nepřidávající hodnotu. Může to být například hledání nástrojů, velké úchopové vzdálenosti, chůze. [4]

Poruchy

V této skupině se nachází všechny opravy výrobků nebo jejich vady. Čas strávený na opravách mohl být věnován výrobě dobrých kusů, a tak vede ke ztrátové manipulaci. Cílem je nastavit proces tak, aby byl bez chyb. V praxi to znamená eliminovat zdroje těchto ztrát. Dále je vhodné zavést kontrolu kvality do procesu, aby byly tyto vady odhaleny co nejdříve. Čím později jsou totiž v procesu nalezeny, tím více času se při výrobě daného výrobku ztratilo. [4]

Nevyužitý tvůrčí potenciál pracovníků

Je v zájmu každého operátora, aby si ulehčil práci dobrým nápadem na zlepšení. Je zapotřebí motivovat je k vyřčení těchto návrhů a náležitě je za ně ocenit. Proto se nenaslouchání operátorům, kteří se chtějí zapojit do zlepšování, považuje za plýtvání. [4]

3.1.2 PDCA

PDCA je myšlenka, která má sloužit k neustálému zlepšování. Skládá se ze čtyř nutných kroků. Tyto kroky mají za cíl plánovat, konat a ověřit danou změnu. Zkratka PDCA vznikla sloučením počátečních písmenek každého dílčího postupu. [10]

Plan - Plánuj

V tomto kroku je třeba plánovat možnosti pro změny pro dané pracoviště nebo pro daný proces. Dále je potřeba rozvrhnout opatření pro nastávající situaci. A v neposlední řadě určit osobu, která bude zodpovědná za průběh této činnosti.

Do – Konej

V této části dochází k uskutečnění naplánovaných změn podle plánu. Následně se sbírají data, která budou potřeba pro následující operaci.

Check – Ověř

V této fázi analyzujeme data, která jsme nasbírali v předchozím kroku. Musíme je zkontrolovat a ověřit. Podle výsledků postupujeme k poslední části.

Act – Jednej

Uzavírá celý cyklus v případě, že jsme se dobrali k uspokojujícím výsledkům. V tomto případě je možné změnu zavést do standardu. V opačném případě se musíme vrátit zpátky k prvnímu kroku a celou akci opakovat. [10]

3.1.3 Analýza práce (MTM – UAS)

Toto označení by se po přeložení do českého jazyka dalo vyložit jako univerzální rozborový systém. MTM-UAS se využívá v sériové výrobě, v cyklech, které se opakují v delších intervalech (od 30 vteřin). Informace o procesu je lehce zkrácená zjednodušením na dílčí obecnější pohyby. Jeho velkou výhodou je to, že pokrývá celé definované spektrum výrobků.

„MTM-UAS je systém stavebních bloků MTM na hierarchické úrovni základních procesů a je koncipován pro modelování procesu, které jsou reprezentované typem procesu 2 (sériová výroba). Skládá se ze základních procesů, kterým jsou přiřazené normované časové hodnoty MTM v závislosti na časových ovlivňujících veličinách a v závislosti na platnosti pravidel používání.“ [2]

Tento postup analyzuje manuální úkony nebo metody na základní pohyby. Každému takovému pohybu přiřazuje předdefinovanou časovou normu. Tyto normy se liší v závislosti na druhu pohybu nebo na podmínkách, za kterých je tento úkon prováděn. Díky tomu jsme schopni i zpětně sestavit kterýkoliv pracovní postup.

Nespornou výhodou je i reprodukovatelnost na podobný proces, možnost získat přesné časové údaje o pracovištích již ve fázi jejich navrhování. Je to nástroj o předem určených časech. Ty byly získány již před několika desítkami let při pozorování středně zručných zapracovaných pracovníků. [1]

3.1.4 ABC analýza

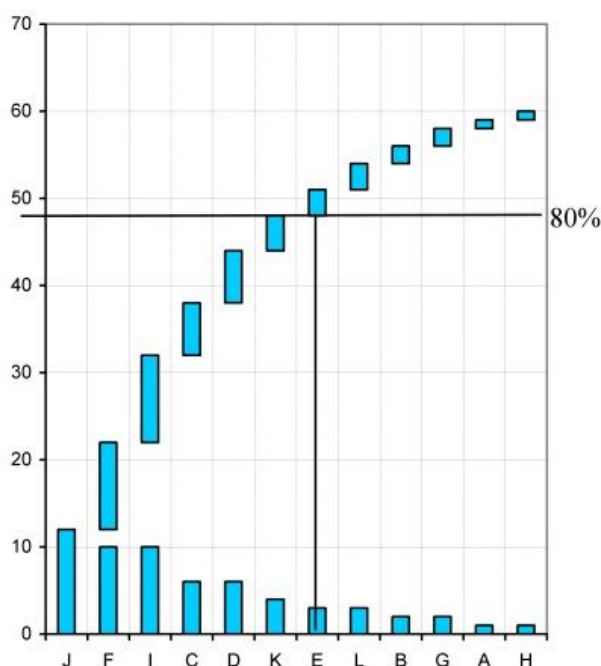
Hlavní myšlenkou je, že malá skupina faktorů ovlivňuje většinu celku. Navazuje na Paretovo pravidlo. Toto pravidlo tvrdí, že 20% příčin ovlivňuje až 80% důsledků. Tato filozofie spočívá v rozdělení výrobků do skupin. Tyto skupiny jsou nejčastěji tři nebo více. Jsou označeny písmeny A, B, C. Rozdělení získají vlivu daných produktů na sledovaný problém.

Nejprve je zapotřebí určit parametr, který bude nejlépe odpovídat sledovanému problému. Poté seřadíme prvky vzestupně podle procent, kterými se podílí na celkové hodnotě parametru. Poté je možné sestavit graf (Obr. 1) nebo tabulku, v níž se rozdělí prvky do jedné ze tří skupin. [12]

Skupina A tvoří přibližně 70% až 80% podílu z celkové hodnoty a asi 10% až 15% z celkového počtu prvků. Je jí věnováno nejvíce pozornosti, protože tvoří většinu obrátu firmy.

Skupina B tvoří asi 15% až 20% podílu z celkové hodnoty a v rozmezí 15% až 20% z celkového počtu prvků. Je to kategorie méně významných výrobků, které tvoří kolem 20% obrátu.

Skupina C je tvořena nevýznamnými výrobky, které tvoří přibližně 10% obrátu. [12]



Obrázek 1: Grafické znázornění ABC analýzy [16]

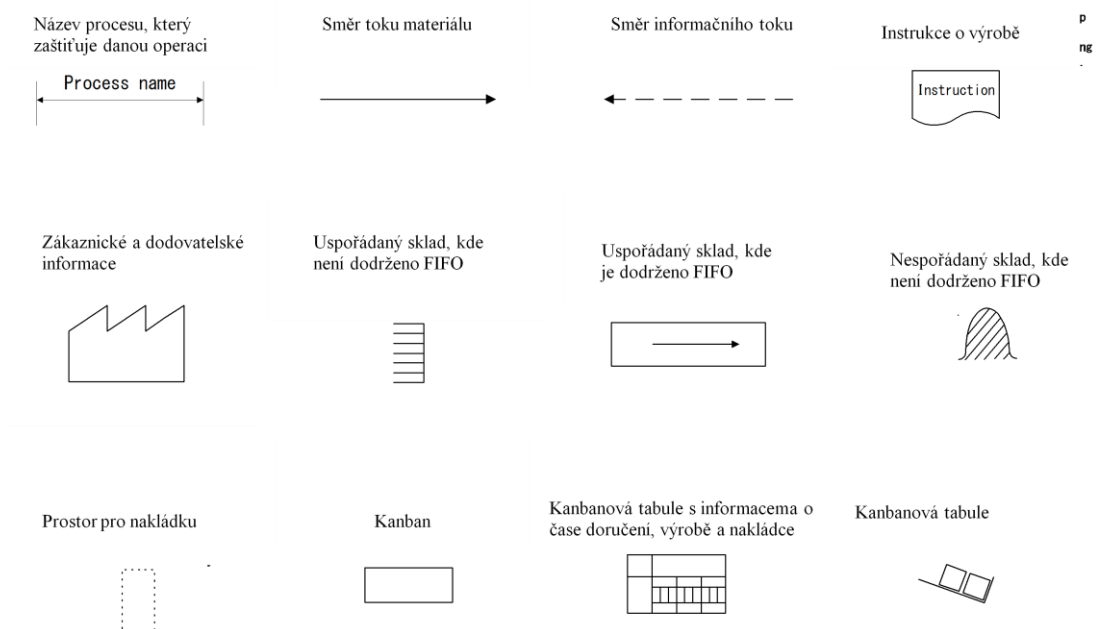
3.1.5 Materiálový a informační tok

Materiálový tok lze chápat jako pohyb výrobního materiálu. Jedná se o suroviny, materiál, polotovary, komponenty a hotové výrobky, materiál, suroviny a další. Tvoří spojení mezi výrobními operacemi. Zahrnuje přepravu mezi pracovišti i jeho skladování. Je tedy možné prohlásit, že materiálový tok je souhrn všech pohybů materiálu napříč celým procesem. [13]

Při navrhování materiálového toku je kladen důraz na co nejkratší přepravní cesty a odstranění přebytečné manipulace, například přebalování materiálu.

Informační tok je nedílnou součástí každého výrobního procesu. Významným způsobem předurčuje společně s projektem výrobní materiálový tok. Podává informace o veškerém pohybu zásob (výrobků), který musí být dohledatelný. Proto je většinou zapisován do počítačové evidence.

Oba tyto toky jsou znázorněny do mapy. Materiálový tok je znázorněn plnou čarou od materiálu přes procesy až po finální výrobek. Je orientován zleva doprava. Naproti němu je čárkovanou čarou znázorněn informační tok. V této mapě se používá mnoho symbolů, a proto jsou některé z použitých piktogramů (Obr. 2) níže vysvětleny.



Obrázek 2: Symboly pro mat. a inf. toků [17]

3.1.6 Vyvážení linky

Praxí ve společnosti DMCZ je snaha vyvážení (tzv. balancing) všech linek. Linka, která je rozebírána v této práci není výjimkou. Cílem je rovnoměrně přiřadit práci (Obr. 3), která se musí provést v průběhu procesu, na jednotlivé výrobní zdroje. Přerozdělit jí tak, aby všichni OP dělali dané operace v co možná nejvíce podobném čase. V ideálním případě by měli mít všichni operátoři stejný čas, aby nedocházelo k plýtvání ve formě čekání, protože linka je nejvíce ovlivňována nejpomalejším článkem tzv. úzkým místem. To znamená pozici, která má nejdelší čas cyklu operací (cycle time - CT). [17]

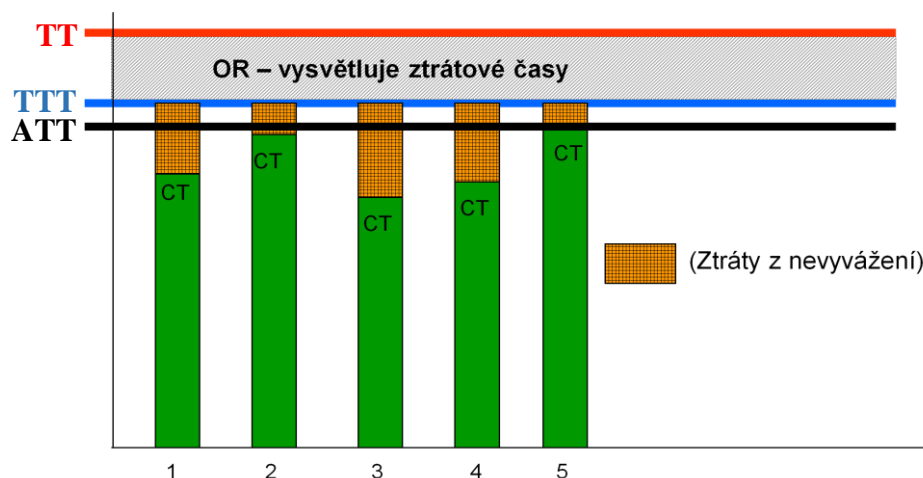
Dalším faktorem ovlivňujícím linku je takt time (TT). Jeho překlad do českého jazyka je čas taktu. Ten se vypočítává jako podíl časového fondu a odvolávek zákazníka (vzorec 1). Představuje CT pro výrobu, která uspokojí požadavky zákazníka. V tom to čase ještě není započítána ztrátovost a nekvalita.

$$TT = \frac{\text{časový fond}}{\text{odvolávky zákazníka}} \quad (1)$$

Target takt time (TTT) je další hodnotou, která se vypočítává stejně jako TT (vzorec 2), avšak je ještě upravena o hodnotu OR (operation ratio). Tuto hodnotu požaduje a zavádí výroba. Vzniká ztrátovostí a nekvalitou na výrobní lince. Tudiž uvádí CT potřebný k uspokojení požadavků zákazníka vztahované na skutečné výrobní podmínky.

$$TTT = \frac{\text{časový fond} \times OR}{\text{odvolávky zákazníka}} \quad (2)$$

Dalším sledovaným prvkem je actual target time (ATT). Ten odpovídá hodnotě časově nejnáročnějšího stanoviště a je klíčovým pro celý proces.



Obrázek 3: Znárodnění vyrovnanosti linky [17]

Celkový čas, který stráví výrobek v procesu se označuje jako STD, nebo-li standard time. Jedná se o teoretickou průběžnou dobu na výrobu. Ta je počítána (vzorec 3) z času, který potřebuje časově nejnáročnější pozice a z počtu přímých operátorů podílejících se na daném výrobku.

$$STD = ATT \times \text{počet přímých operátorů} \quad (3)$$

3.1.7 Metoda 5S

5S je jednou z hlavních metod, které se využívají při zlepšování pracoviště. Cílem je snižování plýtvání a zlepšování bezpečnosti. Tím se dosahuje lepší produktivity. Její hlavní myšlenkou je organizace prostoru a jeho standardizace. Díky tomu je ihned odhalena abnormální situace. Reorganizace probíhá v pěti krocích. Každý z těchto kroků je popsán japonským slovem, protože 5S je původem z Japonska.

Separovat – SEIRI

Vyseparujeme položky z pracovního prostoru do dvou skupin. Jedna se skládá z těch, které jsou potřeba k vykonání dané práce, tudíž nám přidávají hodnotu. Druhá je složena z těch, které se vůbec nepoužívají pro danou činnost. První skupina zůstane a položky z druhé se snažíme odstranit.

Systematizovat – SEITON

Vytříděné položky z předcházejícího kroku se snažíme umístit na pracovišti. Je usilováno o rozmístění těch nejpoužívanějších co nejbližší k člověku. Každá položka musí mít své definované místo v layoutu. Velmi často se využívá i vyznačení na podlaze pro položky, které mají velké rozměry nebo se nenachází na stole. [11]

Stále čisto – SEISTO

V tomto kroku se pracoviště vyčistí. Dále se určí místa, která se budou i následně čistit. Je určen i člověk, který zodpovídá za úklid. Definují se také prostředky, kterými se čištění provádí.

Standardizovat – SEIKETSU

Aby se pracoviště nedostávalo opakovaně do nepořádku je třeba i úklid standardizovat. Měl by zahrnout celkovou péči o pracovní prostředí.

Sebedisciplinovanost – SHITSUKE

Celá metoda 5S má šanci uspět pouze v případě, že bude dodržována pracovníky. Proto je potřeba, aby se zapojil úplně každý. Většinou se zavádí formulář, v němž se zaměstnanci podpisem stvrzují, že dané akce provedli a zodpovídají za ně.[11]

3.1.8 Just in Time (JIT)

JIT (v českém překladu: „právě v čas“) je filozofie, která si dává za cíl plnění poptávky v přesně stanovených termínech, ať už se jedná o tok materiálu ve výrobní hale, nebo o distribuci zhotovených výrobků k zákazníkovi. Pochází z Japonska a USA, až později se rozšířila do Evropy. Její vznik se datuje k počátku 80. let 20. století. Jedná se o logistickou technologii, která by se dala chápat spíše jako filozofie řízení výroby.

Tato technologie se věnuje identifikování a následnému odstraňování ztrát ve výrobním procesu. To vede ke zlepšování a optimalizaci materiálového toku, snížení čekání a redukování zbytečných pohybů. Základní myšlenkou je vyrábět pouze to, co si přeje zákazník, tudíž nic nevyrábět na sklad a tak omezit významný druh plýtvání, kterým je nadvýroba. Tato výroba na výzvu je označována jako řízení tahem (pull systém). [7]

Výhody zavedení JIT do podniku:

- Redukce zásob, ať už hotových produktů či WIP
- Snížení požadavků na prostor pro skladování – snížení nákladů na skladování.
- Vyšší stupeň kontroly v podniku.
- Zkrácení průběžných dob výroby.

Největším negativem této filozofie je dopad, který má na životní prostřední a intenzitu provozu. Z důvodu dopravování menších dávek se musí provádět přeprava častěji, tím se produkuje více skleníkových plynů. Mezi další problémy by se dalo zařadit náročnější plánování a vytěžování na výrobních linkách. [8]

3.1.9 Kanban

Vychází z japonského překladu, kde KANBAN znamená kartička nebo štítek. V této metodě jsou definovány okruhy, které si navzájem dodávají a odebírají rozpracované nebo hotové výrobky či materiál. Jedná se o tahový systém, který je možné využívat ve vztahu zákazník a výrobce nebo přímo i ve vztahu mezi jednotlivými pracovišti. Kde odebírající strana předá dodávající straně kartičku objednávky, která zatupuje předem definované množství konkrétních komponent.

Aby tento systém mohl fungovat, vyžaduje se jednosměrný materiálový tok. Proto je potřeba dosáhnout vyvážení výrobních kapacit. Je vhodné ho implementovat pro závody, ve kterých se opakuje výroba stejných produktů s velkým odbytem.

Bez poptávky není požadavek na výrobu – to je hlavní myšlenkou tohoto přístupu. Díky tomu se eliminuje rozpracovanost v procesu. Další přínos je ve zbavení se zásoby výrobků ve skladu, které nemají zákazníka a čekají, až si je někdo koupí. Je možné sladit výrobní operace a tak vytvořit plynulý tok produktu. [8]

V praxi se k využití této filozofie využívá nejčastěji kanbanových karet (KK), které obsahují informaci odkud je výrobek, co to je za výrobek, kam se doplňuje, kolik kusů atp. V dnešní době se mezi těmito daty objevují čím dál častěji i čárkové kódy a QR kódy doplňující standardně používané piktogramy. Méně často, ale stále více, je na KK doplňována vizualizace vzhledu produktu.

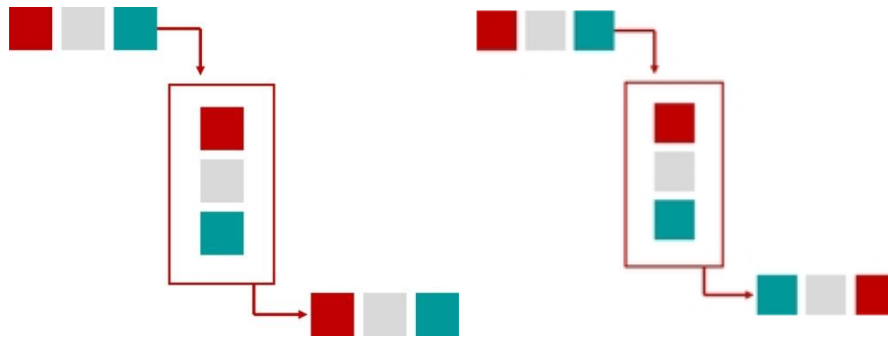
Tyto karty se ve specifických situacích umísťují na kanbanové tabule, které jsou velmi často rozděleny do více barevných oblastí. Barevná pole poukazují na signální hladinu a velikost zásob. Kupříkladu pokud jsou KK v červené oblasti, znamená to, že pracoviště nestíhá a je ve skluzu, pokud jsou karty v žluté oblasti, pak je vše v pořádku a pokud jsou v zelené tak je v předstihu.

Ve firmě DENSO Manufacturing Czech (DMCZ) tento systém funguje jak externě mezi DMCZ a jeho zákazníky a dodavateli, tak je uplatněn i interně mezi výrobními uzly v závodě. Interně se hojně využívají i kanbanové tabule pro přehlednost plnění směny.[8]

3.1.10 FIFO

První dovnitř – první ven, z anglického překladu First in – first out. Toto prioritní pravidlo nám udává informaci o tom, že první vstupující díl do systému je zároveň prvním dílem, který ze systému vystupuje (Obr. 4).

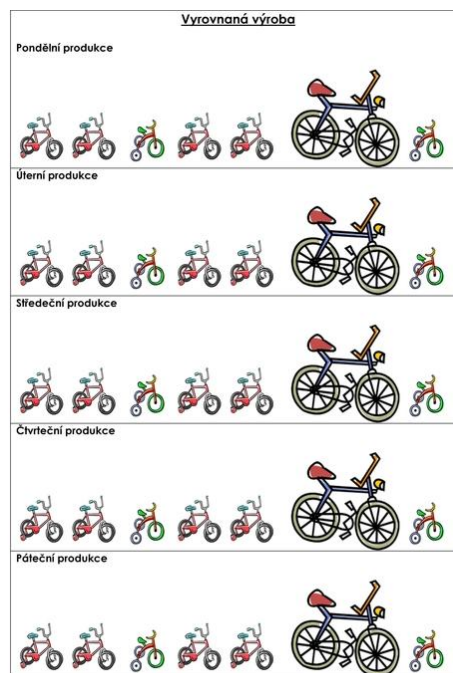
Jeho alternativou je např. LIFO, které znamená poslední dovnitř – první ven. [15]



Obrázek 4: Princip FIFO (vlevo) a LIFO (vpravo) [15]

3.1.11 Heijunka

Heijunka je nástroj, který se využívá pro vyrovnání výroby skrze objemy a složení sortimentu tzv. leveling. Hlavní myšlenkou tohoto systému je nevyrobění produktů v přesné sekvenci podle aktuálních zákaznických objednávek. Bere v potaz celkové objemy objednávek za určité období. Ty dále rozplánuje do menších množství, které bude možné vyrábět každý den v daném mixu. Tím se docílí vybudování každodenní plánované hladiny, jenž bere v potaz požadavky od zákazníků. V případě výroby 4xA a 4xB se vytvoří plánovaná sekvence např. ABABABAB nebo AABBAABB (Obr. 5). Tomu se říká mix výrobní produkce. [5]



Obrázek 5: Příklad vyrovnané výroby[5]

4 Praktická část

V této kapitole je představení společnosti, ve které je řešena závěrečná práce. Následuje popis produktu a informace o dané lince vyrábějící klimatizační jednotky. Je zde popsán současný stav zmíněné části výrobního systémů. Jednotlivé činnosti a procesy byly analyzovány s ohledem na cíle společnosti, kterými jsou redukce počtu operátorů, snížení rozpracovanosti, zkrácení celkové průběžné doby výroby a úspora zastavěné plochy. Na základě výstupů jednotlivých analýz bylo zpracováno několik návrhů. Kapitola je zakončena samotnými návrhy změny v provozu a jejich porovnáním.

4.1 Představení společnosti

DENSO Manufacturing s.r.o. (DMCZ) má více než 2 500 zaměstnanců a je dceřinou firmou nadnárodní společnosti DENSO CORPORATION, která pochází původem z Japonska. Jedná se o výrobce klimatizačních jednotek a jejich součástí pro automobilový průmysl (Obr. 6). V jeho katalogu zákazníků se objevují značky jako Audi, BMW, Lamborghini, Mercedes – Benz, Suzuki, Škoda, Toyota, VW a další. [14]

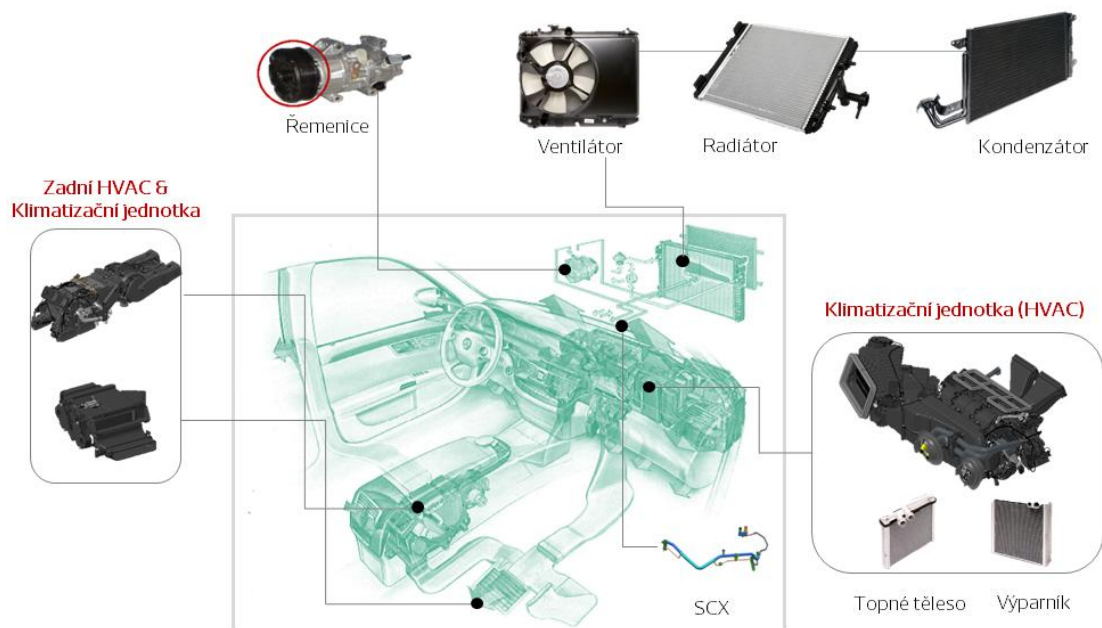
4.2 Představení produktu - Klimatizační jednotka (HVAC)

Produktem je klimatizační jednotka HVAC pro automobily. Všechny jeho části, které jsou k jeho vyrobení potřeba (Obr. 6) je nutné dopravit na linku, kde následně probíhá samotná montáž. Většina jeho komponentů je vyráběna přímo v závodu, ale některé jsou nakupovány a dováženy od dodavatelů. Je možné ho rozdělit na více vyráběných podskupin přední a zadní podle části automobilu, do které bude poté namontován u zákazníka a dále na pravé a levé provedení dle automobilu s řízením vlevo nebo řízením vpravo. [14]

Topné těleso je tepelný výměník, jenž je napojen na vodní topný okruh. Provádí ohřev vzduchu teplem, které je produkováno motorem.

Kondenzátor je také tepelný výměník. V něm probíhá kondenzace par chladicího média, které má vysokou teplotu a tlak, do kapalného skupenství.

I výparník je tepelným výměníkem. Je součástí chladicího cyklu. Je ho cílem je ochlazovat a vysušovat procházející vzduch.

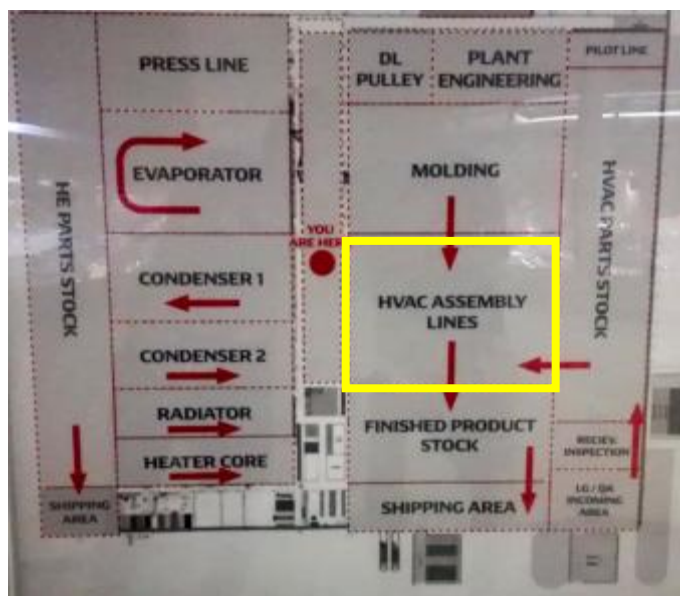


Obrázek 6: Klimatizační jednotka [14]

4.3 Umístění výrobní linky

Na lince je prováděna ruční montáž. Výsledným produktem linky je HVAC. K jeho výslednému složení je potřeba dopravit topné těleso, plastové díly a výparník. Tyto nezbytné části se uskladňují v meziskladech, které se nachází v příslušné oblasti výroby. Tyto tři hlavní komponenty jsou vyráběny v DMCZ. Další díly jako řemenice, ventilátor, radiátor a kondenzátor nejsou potřeba pro samotnou montáž klimatizační jednotky a přepravují se k zákazníkům odděleně od klimatizací.

Na obrázku 7, který se nachází níže, je vidět rozložení výrobních sekcí v rámci budovy DMCZ. V každé části je výsledným produktem některý z výrobků, které jsou k vidění (Obr. 6) výše. HVAC je montován na jedné z mnoha linek nacházející se v žluté oblasti označené jako „HVAC assembly lines“.



Obrázek 7: Rozložení výroby

Topná tělesa i výparníky jsou dopravovány zavážeci k HVAC lince. Tyto díly se přepravují v bednách, které mají rozměr 60x40 cm. Ty jsou na vozíku vyskládány v několika patrech. Zatímco plastové díly jsou příliš rozměrné na to, aby se vešly do těchto beden. Proto se převáží ve speciálních vozících, které jsou značně větších rozměrů a to 90x100cm. I zde jsou díly vyskládány v několika patrech.

4.4 Výběr představitele (ABC analýza)

Z mnoha linek zabývajících se montáží klimatizačních jednotek mi byla přidělena jedna linka, na které se vyrábělo více typů HVAC pro jednoho zákazníka. Byla vytvořena tabulka, se všemi vyráběnými projekty a jejich objemy pro vytvoření ABC analýzy. Následně byl vybrán představitel za pomoci zmíněné analýzy. Byly mi poskytnuty údaje ohledně požadovaných objemů (Tab. 1) v příštích dvou letech na všechny modely od zákazníka, pro kterého se vyrábí na této lince.

projekt	ks v FY2018	[%]	kumul [%]	A/B/C	ks v FY2019
AX	29 789	15,4	15,4	A	26 965
BX	29 789	15,4	30,8	A	26 965
CX	29 789	15,4	46,1	A	26 965
DY	20 479	10,6	56,7	A	18 540
EX	18 618	9,6	66,3	A	16 855
FX	16 758	8,7	75,0	A	15 168
GY	14 895	7,7	82,7	B	13 484
HX	6 553	3,4	86,1	B	5 423
IX	1 863	1,0	87,0	B	1 687
KX	1 863	1,0	88,0	B	1 687
LX	1 863	1,0	89,0	B	1 687
MX	1 863	1,0	89,9	B	1 687
NX	1 863	1,0	90,9	B	1 687
OX	1 863	1,0	91,8	B	1 687
PX	1 863	1,0	92,8	B	1 687
QX	1 863	1,0	93,8	B	1 687
RY	1 863	1,0	94,7	B	1 687
SX	1 863	1,0	95,7	C	1 687
TY	1 863	1,0	96,7	C	1 687
UX	1 863	1,0	97,6	C	1 687
YX	1 863	1,0	98,6	C	1 687
ZX	1 863	1,0	99,5	C	1 687
DX	745	0,4	99,9	C	616
GX	148	0,1	100,0	C	123
celkem	193 645	100,0			174 722

Tabulka 1 - ABC analýza

Z tabulky 1 vyplývá, že se požadované objemy zákazníka v nadcházejících fiskálních letech příliš nemění. Skrze ABC analýzu bylo klasifikováno 6 výrobků jako kategorie A, 11 jako B a 7 jako C, které byly voleny podle kumul procent. Hranicí mezi prvními dvěma kategoriemi je 80% a mezi druhou a třetí 95%.

Dle analýzy byly vybrány projekty Y, které se vyznačují tím, že jsou montovány do automobilů s řízením vlevo, jsou dvouzonový (teplotu si může řidič i spolujezdec regulovat individuálně), skládá se pouze z přední části, je automatický a dále obsahuje svazek PTC. Tento svazek je složen elektrické součásti pro měření teploty. Díky němu je nejsložitějším typem projektu vyráběným pro tohoto zákazníka.

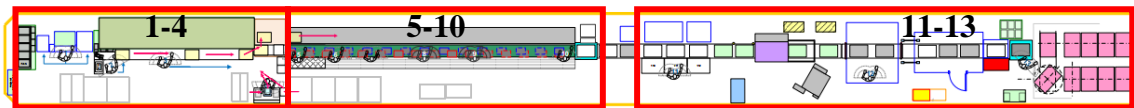
Dále je z tabulky 1 patrné, že úpravy provedené na projektu Y zvýší už tak vysoký podíl na objemu výroby, a že se určitě vyplatí jimi zaobírat, protože díky jejich velkému množství se i malé zlepšení projeví ve větší míře než by tomu bylo u jiných projektů.

4.5 Představení výrobní linky

Layout se nachází v příloze 1, kde je zobrazen v zjednodušené podobě. Linka je postavena tak, že všechna pracoviště jsou v těsné návaznosti. Nachází se na ní třináct pracovních pozic, kterými musí výrobek projít, než se z něj stane kompletní klimatizace. Pracovní stanoviště je možné rozdělit do několika skupin podle typu práce, která je na nich vykonávána (viz obrázek 8).

- 1 – 4 předmontáž
- 5 – 10 montáž
- 11 – 13 kontrola

Layout pro projekt Y



Obrázek 8: Layout výrobní linky

Je zde zaveden dvousměrný provoz, zatímco v oblastech, které dodávají materiál, nebo komponenty je zaveden třísměrný provoz. Dopravu materiálu zajišťuje další člověk, a to tzv. zavažeč. Ten je řízen pomocí KK, které sbírá z beden vyprázdněných operátory na lince. V sektoru linek skládajících klimatizační jednotky je i tento člověk brán jako člověk přidávající hodnotu. Takže v celkovém součtu za tuto linku 14 lidí přidávajících hodnotu. Mezi osoby nepřidávající hodnotu je zařazen tzv. offliner (což je v podstatě další zavažeč), který se stará o zásobování interního materiálu potřebného pro samotnou montáž i podmontáž. Materiál zavážený tímto pracovníkem je vyráběn na různých místech tohoto výrobního závodu. Mistr linky se také považuje za nepřidávajícího hodnotu. I seřizovač starající se o přestavby a chod strojů je brán jako nepřidávající hodnotu.

Zavažeč starající se o doplňování materiálu dováží materiál z logistického skladu materiálu. Objednává jej pomocí kanbanových karet, které se nachází na začátku linky a tím tak uspokojuje požadavky operátorů nacházejících se na lince. Díly jsou uskladněny v pevných obalech, které mají různé velikosti, tvary i rozdílný počet dílů, které je většinou určován kvalitou. Ta má hlavní slovo ohledně možnosti poškození dílů v obalu. Doplňování materiálu probíhá ze strany linky, na které nejsou operátoři. Tento způsob zavážení je označován jako front feeding (překlad: doplňování zepředu).

Zákazníkem je kladen velký důraz na zachování tohoto systému a je kladen důraz na jeho neměnění.

4.6 Současný stav na výrobní lince

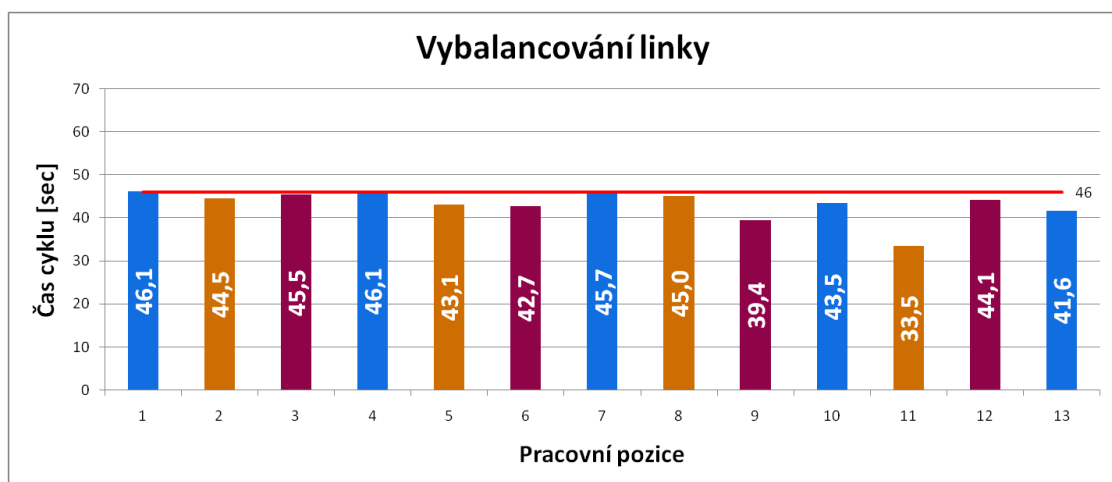
V této kapitole je popsán současný stav pracovišť. Dále je popsána práce, kterou operátoři na těchto pozicích odvádí. Nacházejí se zde výpočty ukazatelů hodnotící efektivitu linky jako celku.

4.6.1 Vybalancování linky

V tomto grafu je znázorněno CT jednotlivých pozic. Linka je rychlá tak, jak je rychlý její nejpomalejší článek. To znamená, že všech 13 pozic bude mít takt jako ten nejpomalejší.

Tyto CT byly stanoveny pomocí metody MTM-UAS. Ta byla zvolena, protože je poměrně zjednodušená oproti MTM-1, která je spíše na opakování cyklu do třiceti vteřin. V tomto případě se pohybujeme v čase cyklu do jedné minuty, proto bylo zvoleno pro stanovování spotřeby času metody MTM-UAS, která je také firemním standardem.

V příloženém grafu (Obr. 9) jsou vidět časy všech pracovišť. Není v nich ukázán čas zavažeče, protože se vždy řídí kanbany, které mu udávají kolik a jaký materiál má danému operátorovi doplnit. V grafu se na ose x nachází číslo operátora/pozice a na ose y je čas uvedený v sekundách.



Obrázek 9: Graf současného vybalancování

Čas potřebný k průchodu jednoho dílu všemi stanovišti se spočítá jako počet pozic přímých operátorů OP (vzorec 3), kterými musí projít vynásobený ATT. Ten je získán jako CT úzkého místa. V tomto stavu byl brán čas 46 sec místo 46,1 sec. K tomu se dospělo konzultacemi s výrobou a manažery a jejich následným odsouhlasením.

$$STD = ATT \times \text{počet přímých OP} = 46 \times 14 = 644 \text{ sec}$$

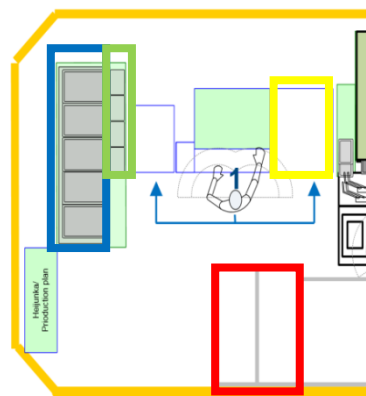
4.6.2 Operátoři provádějící předmontáž

Operace pracoviště 1

Ve směru výroby linky je první operátor zabývající se složením nezbytných součástí pro klimatizační jednotku.

1. Jako první skládá motor (modrý) a fukar (zelený), které se nacházejí po jeho levé ruce (Obr. 10).
2. Dále bere topné těleso, na které pomocí lisu nalisuje těsnící kroužky. To se nachází za jeho zády (červený), tudíž není dodržen tok materiálu k operátorovi zepředu. Topná tělesa jsou přivázena po 60 kusech.
3. Než se vrátí do startovní pozice, tak ještě musí dokončit drobnou podsestavu (servomotor), kterou společně s motorem předává další pozici po spádovém nebo gravitačním dopravníku (žlutý).

Pro jasnou představu o rozmístění prvního pracoviště je níže přiložen zjednodušený náčrt (Obr. 10.).



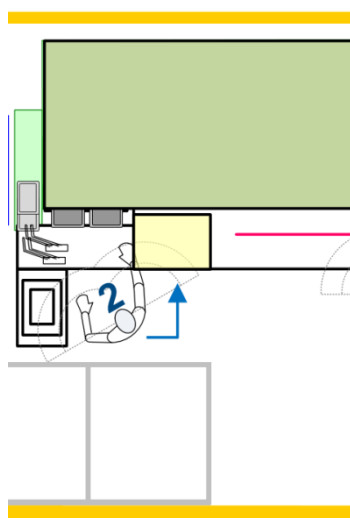
Obrázek 10: Pracoviště 1. operátora

Operace pracoviště 2

Druhé pracoviště v pořadí se zabývá taktéž skládáním dílů potřebných pro komplectaci HVAC. Je to i jediná pozice, kde se díly promazávají. Pro lepší představu je níže přiložený výřez z layoutu (Obr. 11).

1. Nejdříve operátor vezme plastový díl, který se nachází za jeho zády – zde opět není dodržený tok materiálu z prostoru před operátorem.
2. Do tohoto dílu vkládá klapku a páčku.
3. Oba tyto díly před umístěním musí promazat.
4. Dále přišroubuje servomotor z předchozího stanoviště.
5. Celý tento komplet umístuje do SPS boxu.

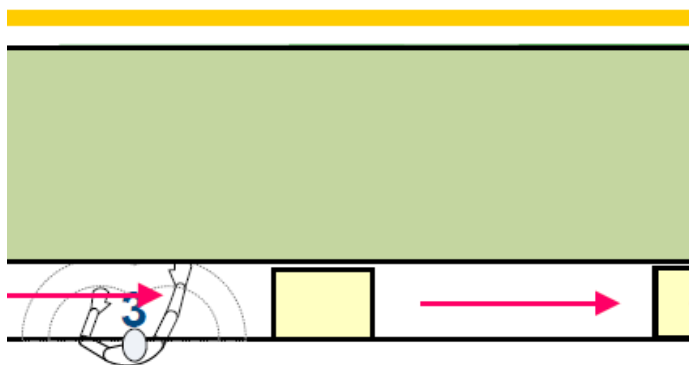
Pod takovýmto označením se nachází SPS box, tzn. systémový obal pro sériovou výrobu (ve schématu je znázorněna žlutým obdélníkem), který je vyplněn polystyrenovou pěnou. Do té jsou vyřezány otvory odpovídající dílům, které do nich mají zapadat. Tato kazeta putuje po pásovém dopravníku přes celou montážní část linky. Z předmontáže je vyplněna komponenty, které se do klimatizace montují na dalších pozicích. Pro každou klimatizační jednotku je právě jeden SPS box. Část procesu realizující tzv. picking, kde se provádí vybavení SPS boxu se nazývá SPS zóna (v nákresu znázorněna zeleným obdélníkem). Po vyprázdnění posledního dílu z takto připravené systémové jednotky vrací systémem dopravníků za linkou pod úroveň regálů s materiálem.



Obrázek 11: Pracoviště 2. operátora

Operace pracoviště 3

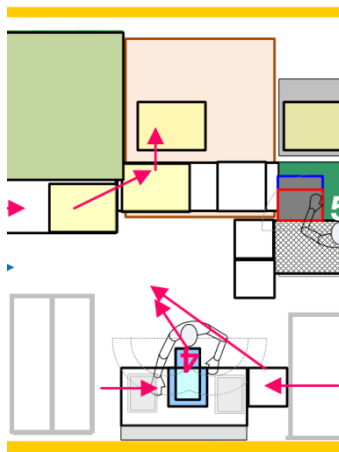
Další pozicí v předmontážní části linky je operátor, který zajišťuje vychystání SPS boxu. Do něho musí umístit všechny díly, které jsou potřeba pro daný projekt, který je zrovna vyráběn. Materiál je z velké části rozmístěn tak, aby byl při výrobě určitého výrobku co nejvíce u sebe. Detailnější rozmístění je znázorněno v příloze 4 v původním stavu. Na závěr operátor posouvá box k automatickému výtahu, který ho zvedne do výšky a nakloní téměř do kolmé polohy. Pro lepší představu je přiložen výřez z layoutu (Obr. 12).



Obrázek 12: Pracoviště 3. operátora

Operace pracoviště 4

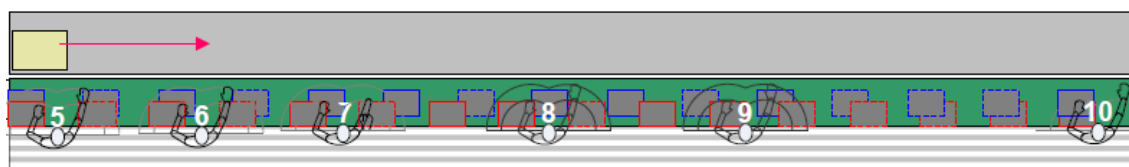
Poslední operátor (Obr. 13) v této sekci také připravuje díl, který se na rozdíl od předešlých nezakládá do SPS boxu. Jedná se o výparník. Ty jsou přivázeny po 64 kusech. Cílem člověka pracujícího zde je obalit výparník měkčenými proužky. Ty se nalepují na určitých místech dle návodky na daný typ projektu. Po oblepení vkládá výparník na stůl k prvnímu montážní pozici – a to k OP5. Toto stanoviště je jako jediné otočené čelem na opačnou stranu než všechny ostatní a je vyjmuté z lineárního řazení pracovišť.



Obrázek 13: Pracoviště 4. operátora

4.6.3 Operátoři provádějící montáž

V této části je hlavním cílem sestavit klimatizační jednotku. Složit jí dle pracovního postupu a standardu ve stanovém čase se všemi požadovanými komponenty. O složení se stará 6 montážních pozic (Obr. 14), která na sebe úzce navazují. Ve vodorovné poloze přibližně ve výšce pasu je poháněný pás, na kterém se nachází montážní palety. Na ty se umísťují části vznikajícího HVAC. Ten postupuje procesem a je vybavován dalšími komponenty. Komponenty jsou po předmontáži v SPS boxu, který se pohybuje synchronně s montážní paletou pro HVAC. SPS box je pro lepší přístup operátorů nakloněn v téměř kolmé poloze ve výšce hrudníku před operátorem. Samotný SPS box se samospádem přemístí po 10. pozici na systém dopravníků, které ho dopraví zpátky na začátek linky. Za 10. operátorem začíná samotná kontrola vzniklé klimatizační jednotky.



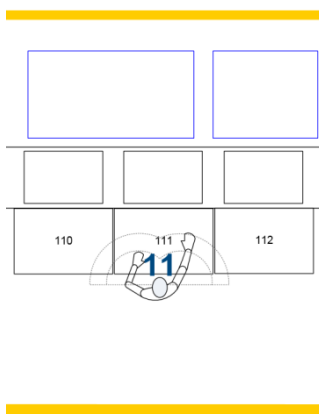
Obrázek 14: Hlavní výrobní část linky

4.6.4 Operátoři provádějící kontrolu

Po kompletaci HVAC je nedílnou součástí i jeho kontrola. Kontrola je prováděna ve všech možných aspektech. Protože pokud by se vydal zákazníkovi nefunkční výrobek, mohly by z toho vyplynout různá nápravná opatření nebo až sankce.

Testy 1

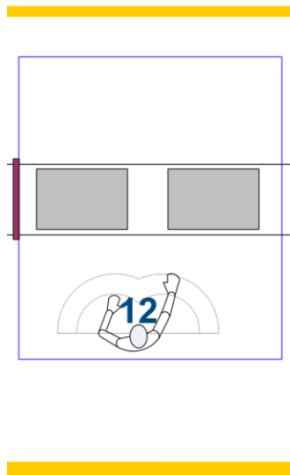
Jako první část kontroly je **prověření výparníku a topného tělesa**. Ty se připojí ke stroji pomocí krátkých hadic, které jsou opatřeny upraveným ventilem bránící nechtěnému odpojení od výparníku nebo topného tělesa. Stroj je spuštěn pokynem, stiskem tlačítka, obsluhujícím člověkem (Obr. 15). Je složen ze tří samostatných komor, díky kterým **je možné provádět kontrolu až u tří klimatizací najednou**. Po uplynutí strojního času je vyhodnoceno, zda kus vyhovuje či nikoliv. V prvním případě pokračuje na další kontrolu. V opačném je vyjmut z linky.



Obrázek 15: Pracoviště 11. operátora

Testy 2

Druhým typem testování, kterým musí výrobek projít, je **ověření elektroniky**. Ta probíhá **ve zvukově odhlučněné místnosti** (Obr. 16). Výrobek je sem dopraven pomocí pásu. Jako první musí operátor připojit zdroj napětí. Poté se provádí kontrola motoru, termistoru, svazku kabelů. Vyhodnocování provádí sám operátor. Zda se vše chová tak jak má, či nevydává nežádoucí zvuky. Dále se posouvá k druhé stanici, ve které se provádí monitorování servomotoru. Vyhodnocení opět provádí sám operátor. Kusy, které byly v pořádku, se označí razítkem a pošlou se k finální kontrole.



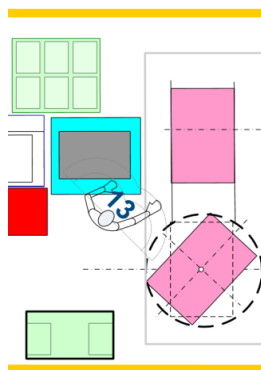
Obrázek 16: Pracoviště 12. operátora

Testy 3

Poslední operátor (Obr. 17) se nachází za strojem, které hodnotí **vizuální stránku HVAC**. Jedná se o vizuální kontrolu prováděnou i vyhodnocovanou japonským strojem pomocí průmyslové kamery na rameni vykonávající tříosý pohyb. Po tomto stroji se klimatizace vydá k poslednímu operátorovi, který jí označí štítkem. Na štítku označí fixou příslušný údaj. Dále vezme výrobek a vloží ho do speciálního zákaznického obalu, ve kterém je po třech kusech přepravován k zákazníkovi. Protože by tato pozice byla velmi nevybalancovaná má tento operátor na starosti ještě podmontáž servomotorů (zelené obdélník za zády OP).

Výstupní logistika

Naplněné obaly si přebírá manipulát z logistiky a odváží je do skladu, kde je skládá po 8 kusech na sebe.



Obrázek 17: Pracoviště 13. operátora

4.6.5 Materiálový a informační tok

Byl zpracován do procení mapy (viz příloha 3 -Projekt Y HVAC). Na této mapě je zakreslen souhrnný pracovní postup klimatizační jednotky. Ten začíná u dodavatelů. Dále prochází podmontážemi, ze kterých беру hodnoty pouze jako výstupním ukazatelem předmontáže, které jsou vstupní hodnotou pro tuto práci. Následuje doprava ze skladu podmontáží k výrobní lince. Pokračuje přes zpracování, přemístění do skladu a následně k zákazníkovi.

Průběžná doba výroby je dána součtem časů potřebných pro vytvoření HVAC. Tato práce se zabývá hlavním montážním - posledním výrobním procesem v rámci mapy, což je smontování všech komponentů do výsledné klimatizační jednotky.

Průběžná doba výroby je určena ze skladů a z času potřebného pro montáž na této lince. Byly vybrány sklady mezi tepelnými výměníky a linkou, jejich zásoby přímo na lince, dále prostor mezi výstupem linky a skladem, z něj do nakládkového sektoru. Tímto postupem byla průběžná doba výroby stanovena na 4,692 dne.

Níže (Tabulka 2) jsou rozepsány sklady, které se v procesu nachází. Jsou rozděleny na zásobu, kterou představují – ta je dána počtem kusů naskladněných na vozících a rozlohou, kterou zabírají. Stav všech zásob je vztahován ke spotřebiteli, což je výrobní linka, podělený TTT.

Tabulka 2: Rozloha skladů před změnou

Podproces	[dny]	[m ²]	U linky	[dny]	[m ²]	Proces	[dny]	[m ²]
Top. tělesa	1,21	5,52	Top. těl.	0,16	0,72	Logist.	1,1	75,8
Výparníky	0,512	4,56	Výparn.	0,14	1,2			
Vstříkovna	1,02	43,2	Vstříko.	0,04	1,8			

4.6.6 Shrnutí současného stavu

Výrobní linka je v současné době obsazena 28 operátory střídající se ve dvousměnném pracovním režimu, které trvá osm hodin. Ostatní části závodu dodávající komponenty pro výsledné montování HVAC mají zavedeny třísměnné provozy. Z tohoto důvodu se v této oblasti vyskytuje potenciál pro snížení rozpracovanosti, kterého by bylo možno

dosáhnout snížením počtu kusů nacházejících se ve skladech mezi procesy i dále za montáží v logistickém prostoru.

Snížením stavu zásob ve skladech by se docílilo redukcí plochy, kterou zabírají díly v nich se nacházející. Tím by bylo možné tuto plochu využít pro jiné účely a tak ušetřit za příkladné náklady spojené s rozšiřováním závodu. Tímto by se dospělo i ke snížení celkové průběžné doby výroby, což je jedním ze záměrů této práce.

4.7 Návrh změny

Zadáním práce je snížením rozpracovanosti výroby, snížení průběžné doby výroby, snížení počtu operátorů a snížení STD ve firmě DMCZ. Toho lze docílit snížením plýtvání, ke kterému dochází neustále a na mnoho místech. Jako nejdůležitější a neměnný požadavek je množství kusů HVAC, které se musí v daném dnu vyrobit. Tyto počty kusů si určuje zákazník.

Výparníky, topná tělesa i kondenzátory jsou produkovány v nepřetržitém režimu. Zatímco výsledná montážní linka je ve dvousměnném provozu. Zavedení další směny, tedy sjednocením směnnosti, povede dle následujících hypotéz hned k několika kladným přínosům. Jako první uvažovaná hypotéza, je snížení skladů, protože předcházející procesy již vyrábí ve třech směnách. Za každým procesem se nachází sklad pro dané komponenty, které jsou dále distribuovány na linku. Právě v těchto místech se předpokládá snížení rozpracovanosti a tedy potřebné rozlohy skladů. Jako další přínos je snadnější plánování výroby.

Zavedením takového systému výroby se ale připravují o výhody plynoucí z dvousměnného provozu. To je například lehčí plánování přesčasů, které se mohou provádět i v pracovních dnech a nejen pouze o víkendech, a dále více času a prostoru pro údržbu strojů a pracovních pozic.

V návrhu na změnu je popisována myšlenka zavedení třisměnného provozu. Při kterém zůstane zachovaný počet klimatizačních jednotek, jenž se musí v tom dnu vyrobit a připravit pro přepravu k zákazníkovi.

4.7.1 Výpočet určujících hodnot

Klíčový parametrem je hodnota STD, nebo-li času pro lidskou montáž. Tu je možno snížit zkrácením CT a měněním počtem operátorů. Což vede ke snížením dalších cílů. V současném stavu je jeho hodnota 644 sec. K provedení výpočtu potřebujeme ještě zjistit kolik pracovníků (OP) bude na lince.

Nejprve je třeba vypočítat TTT (vzorec 1 a 2), který zjistíme z neměnné podmínky – odvolávek zákazníka. Následně mohu na základě nového pracovního fondu pro třísměnný provoz určit teoretický počet operátorů OP. Nezbytné je také přihlédnout k výrobním ztrátám a možnostem při balancování v rámci přiřazování práce jednotlivým operátorům.

Počet kusů, které se musí každý den v měsíci připravit k přepravě k zákazníkovi, byl spočítán aritmetickým průměrem z celkového množství, které je třeba vyrobit v daném měsíci a z počtu pracovních dní v daném měsíci. Protože mi byla poskytnuta data pro tři následné měsíce, tak byl ještě proveden aritmetický průměr mezi počtem kusů, které se mají každý den zhotovit. Výsledkem je hodnota 1056,8 kusů. A protože se nemůže vyrobit 0,8 klimatizace, tak byla hodnota zaokrouhlena nahoru. Hodnotu OR si určuje výroba pro celou oblast výroby. [17]

$$TTT = \frac{\text{časový fond} \times \text{počet směn}}{\text{denní odvolávka}} \times OR = \frac{7,25 * 3600 \times 3}{1057} \times 0,93 = 69 \text{ sec}$$

Výpočtem jsme zjistili horní hranici taktu. Následně je potřeba zjistit STD (vzorec 3) a vybrat počet operátorů, který nám povede k jeho snížení. V současném provozu je 14 lidí aktivně se podílejících na výrobě. Jsou dvě směny, celkem tedy 28 OP. Takže jako možnost připadá 10 OP na jedné směně, tudíž celkem 30 nebo 9 OP na jedné směně, tedy 27. [17]

$$STD = ATT \times \text{počet přímých OP} = 69 \times 10 = 690 \text{ sec}$$

$$STD = ATT \times \text{počet přímých OP} = 69 \times 9 = 621 \text{ sec}$$

Počet 10 operátorů je zamítnut, protože by došlo k nežádoucímu navýšení STD a rovněž i navýšení počtu pracovníků. Proto se návrh zabývá 9 operátory, což vede ke splnění jednoho z vydefinovaných cílů.

4.7.2 Úprava pozic

Cílem v této kapitole je přeuspořádat pracoviště a práci na nich tak, aby se každý operátor dostal se svou prací do 69 vteřin na jedno opakování činností. To je docíleno přerozdělením práce mezi části výrobní linky tak, aby se nemuselo provádět příliš zásahů do rozmístění linky. Jako hlavním kritériem je bráno i nenarušení technologického postupu při montáži klimatizační jednotky.

Tabulka 3: Operátor 1 a 2 současný stav

Operátor 1	[sec]	Operátor 2	[sec]
BLW motor + fan	4,50	Umístit plastový díl do přípravku	2,52
zalisování motoru	8,10	Nalep těsnění plastový díl	8,10
umístí topného tělesa do stroje	10,08	Otoč plastový díl	0,72
nasazení kroužků	3,78	Umístit klapku na plas. díl a namaž	7,92
zalisování trubek na topné těleso	5,76	Umístit páčku na plas. díl a namaž	4,32
Umístit 1x podmontáž do boxu	3,78	Umístit plastový díl do přípravku	2,34
Tvorba podsestavy	5,58	Umístit servo na plastový díl	2,34
Chůze k motorům	1,80	Umístění 2x šroubek na servo	5,32
Podmontáž	2,70	Umístit plast. díl na paletku	1,98
Výsledný čas cyklu	46,08	Umístit plas. díl do SPS boxu	1,98
		Umístit topné těleso do SPS boxu	1,62
		Umístit motor do boxu	1,62
		Sken a vlož KANBAN do boxu	1,55
		Odsun boxu na vedlejší pozici	2,16
		Výsledný čas cyklu	44,49

První nová pracovní pozice vznikla skloubením prvních dvou pozic ze současného stavu (Tab. 3). Operátor vykonává nezbytnou předmontáž. Jeho náplní práce je složení podsestavy obsahující topné těleso, na které je zapotřebí nasadit těsnící kroužky, větráček s motorem. Jako poslední má ve standardu připravení plastového dílu, jenž musí oblepit těsněním a následně namazat.

Tabulka 4: Operátor 1 – po změně

Operátor 1 -NOVÝ	[sec]
BLW motor + fan	4,50
zalisování motoru	8,10
umístí topného tělesa do stroje	10,08
nasazení kroužků	3,78
zalisování trubek na topné těleso	5,76
Umístit 1x podmontáž do boxu	3,78
Tvorba podsestavy	5,58
Chůze k motorům	1,80
Podmontáž	2,70
Umístit plastový díl do přípravku	2,52
Nalep těsnění plastový díl	8,10
Otoč plastový díl	0,72
Umístit klapku na plas. díl a namaž	7,92
Chůze na začátek	1,80
Výsledný čas cyklu	67,14

Jak je z tabulek vidět (Tab. 3 a Tab. 4) tak první nový operátor musí převzít i část práce, kterou odváděl druhý operátor. Avšak z důvodu dodržení času cyklu nebylo možné mu dát všechny úkony druhého operátora. Ty tak byly přiřazeny na druhého nového operátora. Náplň tohoto operátora je taková (Tab. 5), že vkládá plastové díly a servomotor do SPS boxu. Tento box následně vybavuje dalšími nezbytnými komponenty a odsouvá ho k dalšímu článku výrobní linky. Žlutým rámečkem je poukázáno na snížení času u jeho poslední operace a to z důvodu zmenšení jeho pole působnosti. Projeví se to tak, že se pohybuje o jeden krok kratší vzdálenost při návratu do startovní pozice.

Tabulka 5: Operátor 3 a operátor 2 - po změně

Operátor 3	[sec]	Operátor 2 - NOVÝ	[sec]
umístit páčku do SPS boxu	1,98	Umístit páčku na plas. díl a namaž	4,32
umístit 2x zátku do SPS boxu	3,06	Umístit plastový díl do přípravku	2,34
umístit kabel do SPS boxu	1,62	Umístit servo na plastový díl	2,34
Umístit obal do SPS boxu	3,06	Umístění 2x šroubek na servo	5,32
Umístit 2x páčku do SPS boxu	3,06	Umístit plast. díl na paletku	1,98
Umístit stěrku do SPS boxu	1,62	Umístit plas. díl do SPS boxu	1,98
Umístit zátku do SPS boxu	3,06	Umístit topné těleso do SPS boxu	1,62
Umístit trubičku do SPS boxu	3,06	Umístit motor do boxu	1,62
Odsun SPS box na další pozici	2,52	Sken a vlož KANBAN do boxu	1,55
Umístit páčku do SPS boxu	3,06	Odsun boxu na vedlejší pozici	2,16
Umístit 2x podsestavu do SPS boxu	3,06	umístit páčku do SPS boxu	1,98
Umístit podsestavu do SPS boxu	3,06	umístit 2x zátku do SPS boxu	3,06
Umístit těsnění na páčku	3,42	umístit kabel do SPS boxu	1,62
Umístit suchý zip na páčku	1,98	Umístit obal do SPS boxu	3,06
Umístit 1x PTC do SPS boxu	1,62	Umístit 2x páčku do SPS boxu	3,06
Odsun SPS box a návrat	4,32	Umístit stěrku do SPS boxu	1,62
Výsledný čas cyklu	43,56	Umístit zátku do SPS boxu	3,06
		Umístit trubičku do SPS boxu	3,06
		Odsun SPS box na další pozici	2,52
		Umístit páčku do SPS boxu	2,16
		Umístit 2x podsestavu do SPS boxu	3,06
		Umístit podsestavu do SPS boxu	3,06
		Umístit těsnění na páčku	3,42
		Umístit suchý zip na páčku	1,98
		Umístit 1x PTC do SPS boxu	1,62
		Odsun SPS box a návrat	3,42
		Výsledný čas cyklu	66,52

Aby tato transformace mohla proběhnout, bylo zapotřebí upravit SPS zónu. A to tak, že některým drobným plastovým materiálům bylo změněno uložení v regálu u linky v rámci SPS zóny. Drobné díly byly vyndány ze svých pevných obalů, ve kterých se dopravovaly do této zóny a začaly se z těchto obalů přesypávat. Ukládají se do zásobníků mající tvar dlouhého a úzkého tubusu, do kterých se tento materiál pouze

přesype. Což vede k odstranění manipulace s obaly a díky úzkému tvaru umožní i naskládání více takovýchto zásobníků vedle sebe. Jedná se o velmi malé plastové díly, které se tímto způsobem nemohou nijak poškodit. Díky této změně se povedlo ušetřit 120 cm v SPS zóně. Takže by bylo možné jí zkrátit a činnost operátora by zůstala pod hranicí 69 sec se svým CT. Názorné přeuspořádání materiálu je znázorněno v příloze 4. Kde jsou barevně odlišeny díly, které jsou potřeba na různé projekty. Tato práce se ovšem zabývá projektem Y.

Jako další je stanoviště (Tab. 6), jehož náplní práce bylo obalit výparník a připravit ho. Které bylo spojeno s prvním pracovištěm hlavní montáže.

Tabulka 6: Operátor 4 a 5 současný stav

Operátor 4	[sec]	Operátor 5	[sec]
Umístit výparník do přípravku	3,06	Nalep 2x obal pod klapky	9,72
Nalep obal na jádro	5,40	Sken a vlož KANBAN do SPS boxu	1,76
Nalep obal okolo trubek	5,94	Uchop a nalep štítek na plastový díl	1,98
Otoč rotační přípravek o 90°	0,36	Uchop čtečku a načti štítek	3,36
Nalep obal na top. těl	3,96	Umístění šrobovacího křvty	1,62
Otoč rotační přípravek o 90°	0,36	Umístění 4x sroubek do plast. dílu	9,36
Nalep obal na top. těl	4,86	Odlož šrobovací kryt	0,72
Nalep obal na top. těl	3,78	Uchop a zacvakni 2x páčku	3,24
Otoč rotační přípravek o 90°	0,36	Uchop a zacvakni páčku	1,62
Nalep obal na top. těl	4,50	Otočit plast. díl o 90°	1,26
Umístit čidlo na výparník	4,86	Uchop a zacvakni páčku	1,62
Umístit výparník na stolek	0,72	Uchop výparník a vlož do pla. dílu	1,98
Uchop a zkontroluj plastový díl	7,02	Uchop kryt výparníku, dej na linku	3,96
Výsledný čas cyklu	46,08	Stisk tlačítka	0,90
		Výsledný čas cyklu	43,14

Nový operátor s číslovkou 3 (Tab. 7) zastává stejnou činnost, jako bývalý OP4. K té se přiřadilo několik akcí, které dříve prováděl OP5. Což znamená, že jeho náplní práce je zakomponování výparníku do vznikajícího kusu. Nejdříve je zapotřebí tento tepelný výměník obalit ochrannými proužky a tím je připraven k vložení do klimatizační jednotky. Dále operátor nalepuje další díl zabezpečující mechanickou ochranu. Nakonec nalepí štítek a odešle kus na další pracovní stanici. Poslední operaci se navýšil čas, protože je v něm započítán návrat do startovní pozice, proto je tento časová hodnota v červeném rámečku.

Tabulka 7: Operátor 3 - po změně

Operátor 3 - NOVÝ	[sec]
Umístit výparník do přípravku	3,06
Nalep obal na jádro	5,40
Nalep obal okolo trubek	5,94
Otoč rotační přípravek o 90°	0,36
Nalep obal na top. těl	3,96
Otoč rotační přípravek o 90°	0,36
Nalep obal na top. těl	4,86
Nalep obal na top. těl	3,78
Otoč rotační přípravek o 90°	0,36
Nalep obal na top. těl	4,5
Umístit čidlo na výparník	4,86
Umístit výparník na stolek	1,62
Uchop a zkontroluj plastový díl	7,02
Nalep 2x obal pod klapky	9,72
Sken a vlož KANBAN do SPS boxu	1,76
Uchop a nalep štítek na plastový díl	1,98
Uchop čtečku a načti štítek	3,38
Umístění šrobovacího krtu	4,32
Výsledný čas cyklu	67,24

Další pracoviště vzniká opět sloučením (Tab. 8) dvou pozic, které jsou na sebe velmi úzce napojené. Jedná se pouze o montáž. Díly, které jsou k tomu potřeba, jsou dodávány prostřednictvím SPS boxu, který se nachází před operátory. Pokud je potřeba jiných komponentů tak jsou připravené v regálech také před operátory. Náplň na pracovní stanici 4 je různorodá. Jako první vkládá do HVAC díly z SPS boxu. V dalším kroku vkládá výparník do plastového dílu. Následně montuje termistor, hadičku a šrouby. Před odesláním kusu další pozici je zapotřebí provedení kontroly zašroubování.

Tabulka 8: Operátor 6 a operátor 4 - po změně

Operátor 6	[sec]	Operátor 4 - NOVÝ	[sec]
Automatická čtečka	1,60	Umístění 4x šroubek do plast. dílu	9,38
Uchop stěrku a vlož do krytu	2,70	Odlož šrobovací kryt	0,72
Umístit kryt na plast. díl	5,22	Uchop a zacvakni 2x páčku	4,68
Zacvakni termistor	2,16	Uchop a zacvakni páčku	1,62
Umístit 3x šrouby na plast. díl	6,54	Otočit plast. díl o 90°	1,26
Umístit hadičku	5,04	Uchop a zacvakni páčku	1,62
Otočení plastového dílu	1,26	Uchop výparník a vlož do pla. dílu	1,98
Nalep těsnění na kryt	7,56	Uchop kryt výparníku, dej na linku	3,96
Otočení plastového dílu	1,26	Stisk tlačítka	0,90
Uchop destičku a namaž jí	5,22	Automatická čtečka	1,60
Vizuální kontrola malého těsnění	0,54	Uchop stěrku a vlož do krytu	2,70
Otočení plastového dílu	1,26	Umístit kryt na plast. díl	5,22
Vizuální kontrola tří šroubů na krytu	0,54	Zacvakni termistor	2,16
Stisk tlačítka	1,80	Umístit 3x šrouby na plast. díl	6,54
Výsledný čas cyklu	42,70	Umístit hadičku	5,04
		Otočení plastového dílu	1,26
		Nalep těsnění na kryt	7,56
		Otočení plastového dílu	1,26
		Uchop destičku a namaž jí	5,22
		Vizuální kontrola malého těsnění	0,54
		Otočení plastového dílu	1,26
		Vizuální kontrola tří šroubů na krytu	0,54
		Stisk tlačítka	1,80
		Výsledný čas cyklu	68,82

Jako další dvě pozice, které je potřeba sloučit (Tab. 9) do jedné jsou stanice s pořadovými čísly sedm a osm. Jejich standardem je zakomponování výparníku a servomotoru do vznikající klimatizační jednotky, na který navazuje OP8, který se zabývá převážně montáží HVAC pomocí šroubů a šroubováku.

Tabulka 9: Operátor 7 a 8 – současný stav

Operátor 7	[sec]	Operátor 8	[sec]
Načíst štítek (automatická čtečka)	1,58	Načíst štítek (automatická čtečka)	1,58
Uchop komponent, naskenuj a namaž	3,92	Vizuální kontrola	3,78
Plastový díl vlož na paletku	1,98	Umístit PTC do plastového dílu	3,56
Odstraň záslepku z výparníku	1,26	Aretace PTC	1,98
Vlož komponent do plastového dílu	3,60	Podmontáž 2x plastový díl	5,04
Umístí 2x šroubek do komponentu	11,42	Umístit motor do plast. dílu	2,34
Umístit záslepku do komponentu	2,34	Zkouška černého kolečka	2,52
Otočit plastový díl o 90°	0,72	Zkouška 2x šroubu na plast. dílu	1,08
Použití kontrolního přípravku na páčku	1,08	Umístit 5x šroub na motor	10,60
Zacvakni destičku	3,06	Umístit 3x šroub na motor	6,54
Zacvakni podmontáž servo	3,06	Odlož plast. díl z podpaletky	1,26
Vizuální kontrola (štítek krytu)	0,54	Vizuální kontrola stěrky	0,54
Umístit 4x šroubek na 2x servo	9,38	Umístit 1x záslepku	1,62
Stisk tlačítka	1,80	Stisk tlačítka	2,52
Výsledný čas cyklu	45,74	Výsledný čas cyklu	44,96

Tato nová pozice (Tab. 10) dokonce kombinuje tři předcházející. Má jednu aktivitu od OP6, dále obsahuje celou práci OP7 a části OP8. Pracovní náplní na tomto pracovišti je

kontrola šroubů na krytu, nasazení plastového dílu, který je namazán mazadlem, následně vzít výparník a namontovat ho do předpřipraveného HVAC, ten následně otočit a umístit do něj servomotor, který je nutno uchytit pomocí čtyř šroubků, dále je potřeba provést kontrolu a smontovat s dalším plastovým dílem. Nakonec díl odešle na další pracovní pozici.

Tabulka 10: Operátor 5 - po změně

Operátor 5 - NOVÝ	[sec]
Vizuální kontrola tří šroubů na krytu	0,54
Načíst štítek (automatická čítačka)	1,58
Uchop komponent, naskenuj a namaž	3,92
Plastový díl vlož na paletku	1,98
Odstraň záslepku z výparníku	1,26
Vlož komponent do plastového dílu	3,60
Umístí 2x šroubek do komponentu	11,42
Umístit záslepku do komponentu	2,34
Otočit plastový díl o 90°	0,72
Použití kontrolního přípravku na páčku	1,08
Zacvakni destičku	3,06
Zacvakni podmontáž servo	3,06
Vizuální kontrola (štítek krytu)	0,54
Umístit 4x šroubek na 2x servo	9,38
Stisk tlačítka	1,80
Načíst štítek (automatická čtečka)	1,58
Vizuální kontrola	3,78
Umístit PTC do plastového dílu	3,56
Aretace PTC	1,98
Podmontáž 2x plastový díl	5,04
Umístit motor do plast. dílu	2,34
Zkouška černého kolečka	2,52
Výsledný čas cyklu	67,08

Operátor 6 – NOVÝ vznikl spojením (Tab. 11) OP9 a OP8, kterou jsou podle současného rozvržení a standardu. A ještě k činnostem, které se musí na tomto postu vykonat, bylo přidáno „uchopení čtečky a načtení štítku“, které bylo vykonáváno na další pozici, což je OP10. Proto bych ho doporučoval k přemístění sem nějaké podmontáže, aby se pracovník využil a nedocházelo tak k plýtvání.

Tabulka 11: Operátor 9 a operátor 6 - po změně

Operátor 9	[sec]	Operátor 6 - NOVÝ	[sec]
Načítání štítku (automatická čtečka)	1,58	Zkouška 2x šroubu na plast. dílu	1,08
Umístit díl na trubky top. tělesa	2,34	Umístit 5x šroub na motor	10,60
Umístit aspirátor	2,34	Umístit 3x šroub na motor	6,54
Umístit servo	2,34	Odlož plast. díl z podpaletky	1,26
Nalep suchý zip	3,42	Vizuální kontrola stěrky	0,54
Umístit 5x šroub do serva	10,60	Umístit 1x záslepku	1,62
Vyndat kabel ze sáčku	2,34	Stisk tlačítka	2,52
Zaaretuj kabel do HVACku	10,98	Načítání štítku (automatická čtečka)	1,58
Umístit 1x ucpávku	1,62	Umístit díl na trubky top. tělesa	2,34
Stisk tlačítka	1,80	Umístit aspirátor	2,34
Výsledný čas cyklu	39,36	Umístit servo	2,34
		Nalep suchý zip	3,42
		Umístit 5x šroub do serva	10,60
		Vyndat kabel ze sáčku	2,34
		Zaaretuj kabel do HVACku	10,98
		Umístit 1x ucpávku	1,62
		Stisk tlačítka	1,80
		Uchop čtečku a načti štítek	4,28
		Výsledný čas cyklu	67,80

Další pracovní pozice, která nese pořadové číslo 7 je vynechána, protože se jí bude zabývat samostatná kapitola. V ní bude popsán návrh na úpravu tohoto pracoviště.

Předposledním článkem na lince je OP12. Ten provádí kontrolu (Tab. 12) všech komponentů, kterou jsou v HVAC. Zabývá se funkčností daných dílů. A to tak, že je připojí ke zdroji napětí a pozoruje, zda se pohybují, tak jak je od nich vyžadováno, nevydávají nežádoucí zvuk či hluk, a také jestli se nezasekávají. Toto pracoviště je hlukově odděleno od zbytku provozu. Z důvodu úspory operátora návrh počítá s kompletní automatizací na tomto místě. Stroj by měl být schopen připojení klimatizační jednotky ke zdroji elektrického napětí, propojení všech testovaných komponent i následného vyhodnocení a poté odeslání klimatizace na další pozici. Odhadovaná cena za takový to stroj je 3 miliony korun. Tento odhad prováděl technolog zabývající se stroji provádějící tyto požadované úkony.

Tabulka 12: Operátor 12

Operátor 12	[sec]	NÁHRADA STROJEM	[sec]
Zapoj koncovku na kabel	2,70	Zapoj koncovku na kabel	
Zapoj koncovku na kabel (termistor)	2,70	Zapoj koncovku na kabel (termistor)	
Zapoj koncovku na kabel (PTC)	1,62	Zapoj koncovku na kabel (PTC)	
Nasuň vibračný kabel	2,70	Nasuň vibračný kabel	
Zapoj koncovku na kabel PTC	1,98	Zapoj koncovku na kabel PTC	
Start testu	0,36	Start testu	
Vizuální kontrola	7,56	Vizuální kontrola	
Odpoj koncovku na kabel PTC	2,34	Odpoj koncovku na kabel PTC	
Odpoj vibrační kabel	1,98	Odpoj vibrační kabel	
Odpoj koncovku na kabel	1,44	Odpoj koncovku na kabel	
Zapoj koncovku na kabel (PTC)	0,72	Zapoj koncovku na kabel (PTC)	
Odpoj koncovku na kabel	1,98	Odpoj koncovku na kabel	
Umístit záslepku	2,34	Umístit záslepku	
Stisk tlačítka na 2. stanici	0,90	Stisk tlačítka na 2. stanici	
Přechod k stanici č.1	1,80	Přechod k stanici č.1	
Odpoj koncovku na kabel (test serva)	1,44	Odpoj koncovku na kabel (test serva)	
Uchop razítko a označ OK kus	2,52	Uchop razítko a označ OK kus	
Stisk tlačítka na 1.stanici	0,90	Stisk tlačítka na 1.stanici	
Zapoj koncovku na kabel (test serva)	1,44	Zapoj koncovku na kabel (test serva)	
Přechod k stanici č.1	1,80	Přechod k stanici č.1	
Označ tužkou	2,88	Označ tužkou	
Výsledný čas cyklu	44,10	Výsledný čas cyklu	

Poslední operátor (Tab. 13) zastává pozici posledního na výrobní lince i jako kontrolór možného vadného kusu. Dále zakládá dokončený HVAC do speciálního přepravního boxu, který si poté odváží logistika do skladu. Ten jako jediný zůstává bez změny. Na této pozici se skrývá potenciál pro různá zlepšení, protože tento post je oproti celé lince značně nevytížen.

Tabulka 13: Operátor 13 a operátor 8 - po změně

Operátor 13	[sec]	Operátor 8 - NOVÝ	[sec]
Nalep štítek na HVAC	2,70	Nalep štítek na HVAC	2,70
Označ štítek fixou	2,52	Označ štítek fixou	2,52
Ulož HVAC do přepravního boxu	5,40	Ulož HVAC do přepravního boxu	5,40
Načti štítek	3,02	Načti štítek	3,02
Přechod k podmontáži	1,80	Přechod k podmontáži	1,80
Manipulace kanban a přepravní box	5,13	Manipulace kanban a přepravní box	5,13
Podmontáž serva	3,96	Podmontáž serva	3,96
Šroubování serva 2x šroubek	5,32	Šroubování serva 2x šroubek	5,32
Nasazení páčky na servo	2,70	Nasazení páčky na servo	2,70
Nasazení páčky na servo	1,62	Nasazení páčky na servo	1,62
Stříhání zipů	5,58	Stříhání zipů	5,58
Chůze na začátek	1,80	Chůze na začátek	1,80
Výsledný čas cyklu	41,60	Výsledný čas cyklu	41,60

4.7.3 Pracovní pozice 7 – NOVÁ A

V této kapitole se rozebírají návrhy nového pracoviště 7, které vznikají sloučením operací současného OP 10 a 11 (Tab. 14). To bylo vyčleněno z důvodu složitější úpravy, které se v případě implementace návrhu bude muset provést. Dále také proto, že jsou na toto pracoviště vypracovány dva návrhy možné úpravy. Úkon „uchopení čtečky a načtení štítku“ byl přesunut ještě k novému OP6 pro jeho lepší využití.

Tabulka 14: Operátor 10 a 11 – současný stav

Operátor 10	[sec]	Operátor 11	[sec]
Uchop čtečku a načti štítek	1,58	Vizuální kontrola trubek	0,54
Aretace kabelového svazku	9,90	Sundej záslepku	1,26
Umístit plastový díl na paletku	1,26	Nalep obal	8,46
Zašrobuj 2x šroub na PTC	5,32	Připoj kohoutek pro test	6,66
Založ šrobovací krytku	1,08	Spustit test pro výparník	0,90
Umístit plastový díl	5,04	Připoj kohoutek pro test	2,88
Zašrobuj 3x šroub do plast. dílu	6,54	Přechod k stanici č.2	0,90
Kontrola 3 šroubů	2,52	Uvolni kohoutek pro výparník	3,96
Aretace kabelového svazku	4,14	Odlož coupler pro topné těleso	2,34
Odlož šrobovací krytku	0,72	Otoč HVAC o 90°	2,34
Vlož HVAC na výtah	3,06	Orazítkuj OK kus	2,52
Zkontroluj SPS box	0,54	Stisk tlačítka	2,70
Stisk tlačítka	1,80	Výsledný čas cyklu	35,46
Výsledný čas cyklu	43,50		

Návrh A počítá s úpravou pozice (Tab. 15). V návrhu se počítá s odstraněním 3 komor, ve kterých se provádí daná kontrola a jejich nahrazením. To spočívá v přidání dlouhých hadic na ústí trubek stroje, který provádí dané testování. Operátor (Tab. 15) by v tomto případě nasadil hrdla hadice na HVAC, který se nachází na dopravníku. Než by byl proveden test a jeho vyhodnocení strojem, pohyboval by se HVAC po páse směrem k dalšímu pracovišti. Zatímco operátor by mohl pracovat na dalším kusu. Po vyhodnocení testu by se stroj odpojil od klimatizační jednotky a hadice by byly k dispozici pro další díl a jeho zkoušku.

Tabulka 15: Operátor 7 - po změně A

Operátor 7 - NOVÝ	[sec]
Aretace kabelového svazku	9,90
Umístit plastový díl na paletku	1,26
Zašrobuj 2x šroub na PTC	5,32
Založ šrobovací krytku	1,08
Umístit plastový díl	5,04
Zašrobuj 3x šroub do plast. dílu	6,54
Kontrola 3 šroubů	2,52
Aretace kabelového svazku	4,14
Odlož šrobovací krytku	0,72
Vlož HVAC na výtah	3,06
Stisk tlačítka a přechod na test	0,90
Vizuální kontrola trubek	0,54
Sundej záslepku	1,26
Nalep obal	2,88
Připoj kohoutek pro test	4,86
Spustit test pro výparník	0,90
Připoj kohoutek pro test	2,88
Chůze k HVAC	1,80
Uvolni kohoutek pro výparník	2,52
Odlož coupler pro topné těleso	2,34
Otoč HVAC o 90°	2,34
Orazítkuj OK kus	2,52
Stisk tlačítka	2,70
Výsledný čas cyklu	68,02

4.7.4 Pracovní pozice 7 – NOVÁ B

Návrh B počítá taktéž se změnou pracoviště (Tab. 16). A to takovou, že tři komory provádějící test zůstanou zachovány, ale lidská práce bude nahrazena strojem. A to do takové míry, že stroj bude provádět všechny úkony potřebné k chodu tohoto pracoviště (Tab. 16) a člověk zde nebude vůbec potřeba. HVAC přijede do komory, kde se napojí ke stroji provádějící testování. Stroj automaticky kus otestuje, vyhodnotí, zda je či není v pořádku a pošle ho dále po pásovém dopravníku na další zkoušku. Takovýto stroj by dle odhadu technologa měl vyjít na 2 miliony korun. Tento návrh způsobí nerovnoměrné rozvržení práce na lince. Protože CT tohoto operátora bude výrazně nižší než ATT. Tento návrh vznikl pro případ, že by se v dalších měsících zvyšovaly objemy výrobků, které by vyžadoval zákazník. To by vedlo ke snižování TT a to by tlačilo na snížení STD potažmo CT. Záměrně je tato časová úspora ponechána na jednom pracovišti, aby bylo jednoznačně vidět, kolik času je k dispozici všem operátorům na celé předmontáži pro případné snižování taktu.

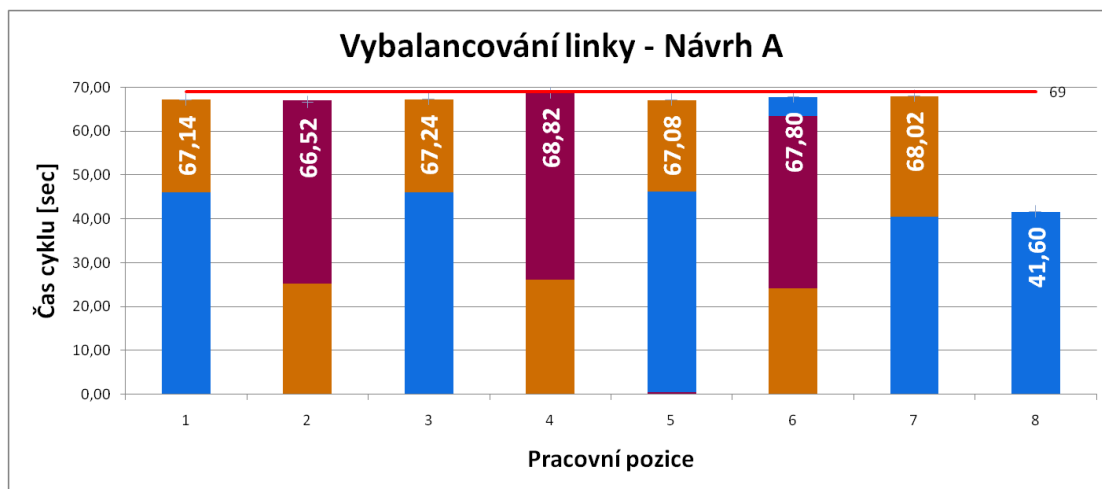
Aby mohla veškerá činnost probíhat bez obsluhy člověka je potřeba, aby bylo docilováno dostatečného výkonu i požadovaná kvalita produktu. Ta by měla být bez zásahu operátora i bez jeho přítomnosti na pracovišti. [6]

Tabulka 16: Operátor 7 - po změně B

Operátor 7 + stroj - NOVÝ	[sec]
Aretace kabelového svazku	9,90
Umístit plastový díl na paletku	1,26
Zašrobuj 2x šroub na PTC	5,32
Založ šrobovací krytku	1,08
Umístit plastový díl	5,04
Zašrobuj 3x šroub do plast. dílu	6,54
Kontrola 3 šroubů	2,52
Aretace kabelového svazku	4,14
Odlož šrobovací krytku	0,72
Vlož HVAC na výtah	3,06
Sundej záslepku	1,26
Nalep obal	6,48
Výsledný čas cyklu	47,32

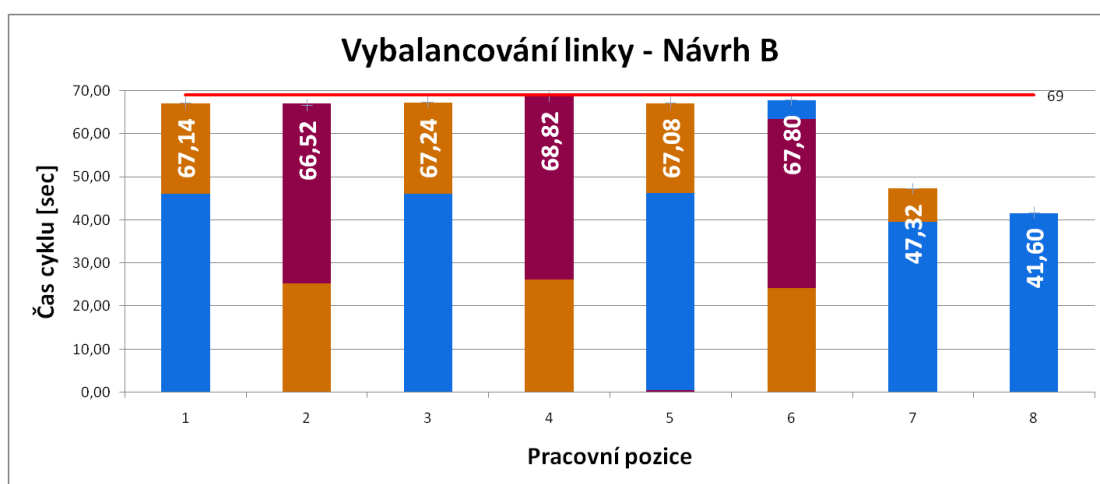
4.7.5 Vybalancování linky

V grafu nacházejícím se níže (Obr. 18) je znázorněn čas cyklů jednotlivých nově vzniklých pracovišť. Hlavním cílem bylo rozložit rovnoměrně úkony mezi operátory. V grafu je znázorněn takt 69 sekund, který se nesmí přesáhnout. Nejbliže k tomuto času je na pracovní stanici s číslovkou čtyři. Jako nejvíce nevyváženou vychází poslední operátor. Tomu nebylo možné přiřadit další činnosti, protože se nachází na úplném konci linky a je velmi vzdálen od další pozic (viz příloha 2).



Obrázek 18: Graf vybalancování - Návrh A

Návrh B se liší od verze A tím, že další pozice je značně nevytížena (Obr. 19). Toto nevytížení je úmyslně ponecháno na jedné pozici. Poskytuje prostor pro zlepšení předcházející části montáže. Kde by bylo možné přerozdělit pracovní úkony tak, že by došlo ke snížení taktu. Což by vedlo k nadvýrobě, která je taktéž nežádoucí. Další alternativou by bylo spojení či přesunutí nějaké podmontáže nebo skládání dílů k poslednímu operátorovi. To by vedlo k možnému snížení počtu pozic na lince. Avšak tato aktivita by přidala práci zavažeči, který je už i tak velmi vytížen a hrozí mu sankce za zastavení linky z důvodu chybějícího materiálu.



Obrázek 19: Graf vybalancování - Návrh B

4.7.6 Materiálový a informační tok

Díky zavedení třetí směny je možné snížit rozpracovanost v procesu i celkovou průběžnou dobu výroby – čas, který výrobek stráví v procesu od zadání zákazníkem až po jeho vypravení k němu.

V příloze 3 (Projekt Y HVAC – NOVÉ) je materiálový a informační tok po zavedení třetí směny. Mapa je opět od dodavatele, přes podprocesy až po samotnou montážní linku a expedování k zákazníkovi. Došlo ke snížení zásob mezi procesem výroby topného tělesa a linkou, výparníky a linkou, vstřikovanými plastovými díly a linkou.

V návrhu se počítá i se změnou v logistickém prostoru. V novém uspořádání došlo ke snížení plochy potřebné pro klimatizační jednotky a tudíž ke snížení celkové průběžné doby výroby. Dále bylo změněno dodávání k zákazníkovi a to ze třech dodávek za den

na čtyři. Dříve vyrážely díly každých osm hodin. V návrhu by mohly vyrážet každých šest hodin.

V tabulce 17 níže je vidět současná rozloha skladů u různých procesů a doba, za kterou by dané zásoby linka spotřebovala.

Tabulka 17: Velikost skladů po změně

Podproces	[dny]	[m ²]	U linky	[dny]	[m ²]	Proces	[dny]	[m ²]
Top. tělesa	0,69	3,12	Top. těl.	0,10	0,48	Logist.	0,68	49,9
Výparníky	0,34	2,88	Výparn.	0,08	0,72			
Vstříkovna	0,68	28,8	Vstříko.	0,04	1,8			

Toto vše vedlo ke snížení rozpracovanosti a celkové průběžné doby výroby. Po součtu všech jejích dílčích částí, se doba, za kterou projde výrobek finálním montážním procesem rovná 2,89 dne. Z původního 4,692 dne se jedná o zlepšení o 38,4%. To zlepšuje schopnost reagovat na případné odvolávky zákazníka a náhlé změny v druhu HVAC a umožňuje této společnosti být konkurenceschopnější na trhu.

4.7.7 Finanční zhodnocení

Po zavedení návrhu třetí směny dojde k úspoře skladovacích ploch. Dále dojde i ke snížení počtu operátorů podílejících se na procesu složení klimatizační jednotky. Sníží se rozpracovanost výroby a množství rozpracovaných zásob.

V obou variantách se ušetří celkem 45,1m², což odpovídá 37,52%. Ušetřením jednoho operátora bude ušetřeno 534 600 korun každý rok. Pro přehlednější znázornění jsou tyto informace sepsány do tabulky 18, které se nachází níže.

Tabulka 18: Finanční benefit

Uspoření	Plocha v m ²		Náklady na jednotku za rok	Celková úspora za rok [Kč/rok]
	Před	Po		
Plocha	132,8	87,7	2 000 Kč/rok	90 200 Kč

Operátor	28	27	534 600 Kč/operátor	534 600 Kč/operátor
----------	----	----	---------------------	---------------------

Předběžné pořizovací náklady na nové stroje jsou: pořízení stroje na provádění úplné samostatné kontroly. Jedná se o stroj popisovaný v kapitole 4.7.2. Cenu takového stroje odhadl technolog zabývající se těmito stroji na 3 000 000 korun. Úprava stroje provádějící testování na pracovní pozici 7 při **Návrhu A** je odhadnuta na 1 000 000 korun. Pořízení nového stroje pro **Návrh B** je odhadnuto na 2 000 000 korun. Pro přehlednější znázornění vstupujících nákladů jsou rozepsány v následující tabulce 19.

Tabulka 19: Přehled investic

	Návrh A	Návrh B
Stroj na pozici 7	1 000 000 Kč	2 000 000 Kč
Stroj na kontrolu HVAC	3 000 000 Kč	3 000 000 Kč
Celkové investice	4 000 000 Kč	5 000 000 Kč

Dle velikosti firmy a jejího ročního zisku se určuje maximální tolerovaná investice do výrobního systému. Díky tomuto se roční tolerovaná investice pohybuje kolem 1 000 000 korun ročně pro jednu výrobní linku zabývající se montáží klimatizačních jednotek. Na základě nutných investic a očekávaných úspor je návratnost při návrhu A dva a půl roku. Zatímco při variantě B je 3,2 let. Zákazník podepisuje kontrakt s výrobním závodem na několik let dopředu. Smlouva se podepisuje konkrétně v tomto případě na čtyři roky a podepsán byl dva měsíce před zadáním této práce. Z čehož vyplývá, že návratnost by neměla přesáhnout čtyři roky. Po jejím ukončení by bylo možno dané stroje, po drobných úpravách, používat i nadále pro jiné výrobní linky, nebo jiný projekt. Je jí možné vypovědět, pokud dodavatel není schopen dodávat domluvené množství výrobků v předem stanovém čase, nebo v případě nedostatečné kvality dodávaných produktů.

4.8 Porovnání změn

V této kapitole je rozepsáno výsledné porovnání návrhů. Pro přehlednost jsou klíčové informace rozepsány do tabulkového formátu (Tab. 20). Z tabulky 20 jsou patrné investice potřebné pro nově navrhovaný nebo upravovaný stroj, dále úspora skladovacích ploch díky zavedení třetí směny, a s tím spojené snížení rozpracovanosti. V neposlední řadě je poukázáno na návratnost vůči předpokládanému vkladu. A jako poslední se posuzuje možná variabilita pro případ zvýšení objemů.

Tabulka 20: Porovnání změn

	Investice	Rozpracovanost	Plocha skladů	Návratnost	Variabilita
Současnost	-	4,692 dne	132,8m ²	-	NE
Návrh A	4 mil. Kč	2,89 dne	87,7 m ²	2,5 roku	NE
Návrh B	5 mil. Kč	2,89 dne	87,7 m ²	3,2 roku	ANO

5 Závěr

Cílem práce bylo vytvoření návrhu změny montážní linky zabývající se výrobou klimatizačních jednotek pro společnost DENSO Manufacturing s.r.o. Tomu přecházelo nastínění problematiky výrobních závodů. Dále byla rozvinuta pasáž o metodách v průmyslovém inženýrství. Po které následoval už samotný koncept návrhů.

Návrh změny ve výrobě byl rozdělen na dvě myšlenky. Pro přehlednější porovnání těchto dvou projektů mezi sebou a současným stavem bylo zapotřebí zpracovat přehled současného stavu. Jako výborný analytický nástroj se prokázal materiálový a informační tok zakreslovaný do procesní mapy sloužící k odhalení nedostatků a problémových míst ve výrobním procesu. Tento dokument může sloužit jak výrobě, tak i logistice pro sledování kapacit mezi jednotlivými částmi výrobního systému. Je klíčové a absolutně nezbytné udržovat ho aktuální. Z tohoto důvodu byl vytvořen pro současný stav i návrhy.

Dále byl vypočítán čas taktu operátorů na lince, který byl velmi důležitou částí pro nadcházející návrhy. Vycházelo se z požadavku na zachování denního počtu kusů vyrobených klimatizačních jednotek. Čas, který jednotlivé nově vznikající pozice nesměly přesáhnout, byl 69 sekund. To vedlo k přeuspořádání pracovišť.

V dalším kroku byla vypracována mapa materiálového a informačního toku pro oba návrhy, ve kterém se projevíly výhody zavedení třetí směny. Což výrazně přispělo k úsporám ploch, které dříve zabíraly vyrobené kusy z předcházejících procesů. Úspora byla z 132,8 m² na 87,7 m², což je úspora 34 procent. To vedlo ke snížení rozpracovanost. Posléze se zkrátila i průběžná doba výroby - čas, který musel HVAC strávit ve výrobě z 4,692 dne na 2,89 dne. Velký význam má především úspora jednoho operátora, což činí 534 600 korun ročně. Firma se přitom potýká i s nedostatkem pracovníků.

Dále byla spočítána návratnost investic v obou návrzích. Vycházelo se z ročního ušetření na operátorovi, ploše a každoročních investic do nákupu nových strojů. Pro návrh A by byl navrhován jeden úplně nový stroj a jedna větší úprava stroje a k němu přilehlého stanoviště. Proto byla jeho návratnost spočítána na 2,5 roku. Oproti tomu v návrhu B se počítalo s nákupem dvou nových strojů, jejichž návratnost by byla 3,2 roku.

6 Seznam použité literatury

- [1] Sdružení MTM pro Českou republiku a Slovenskou republiku. *MTM-1*. 1. Mladá Boleslav: MARKO.net, 2014, s. 5.
- [2] Základní procesy MTM-UAS. , Sdružení pro Českou republiku a Slovenskou republiku. *MTM-UAS*. 1. Mladá Boleslav, 2014, s. 21.
- [3] MANLIG, F., F. KOBLASA a P. KELLER. *Productionsystems*. Edition 1st. Liberec: Technical University of Liberec, 2016-. ISBN 978-80-7494-318-8.
- [4] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. Knihovna světového managementu ISBN 978-80-7261-173-7.
- [5] PI - Akademie produktivity a inovací [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch#Heijunka>
- [6] SVOBODA, Karel. *Výrobní systémy I: (Pružné výrobní systémy)*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1990. ISBN 80-708-3050-6.
- [7] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP books, 2005 Business books (CP Books), ISBN 80-251-0573-3
- [8] KOŠTURIÁK, J. a M. GREGOR, 1993. *Podnik v roce 2001 - revoluce v podnikové kultuře*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 80-7169-003-1.
- [9] Plýtvání. Svět produktivity [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani>
- [10] PDCA Cyklus. *IPA Czech* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/pdca-cyklus>
- [11] 5S. *IPA Czech* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/5s>
- [12] ABC. *IPA Czech* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/abc-analyza>
- [13] ZELENKA, A. *Projektování výrobních procesů a systémů*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

[14] Denso ČR.[online].[cit. 2017-11-30]. Dostupné z:<http://www.denso.cz/vyrobky-a-sluzby/denso-cr/>

[15] FIFO. *E-API* [online].[cit. 2018-05-03]. Dostupné z:<http://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch#FIFO>

[16] ABC analýza.[online].[cit. 2018-12-31]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/paretuv-graf>

[17] firemní podklady

Seznam příloh

Příloha 1 – Schéma linky aktuální stav

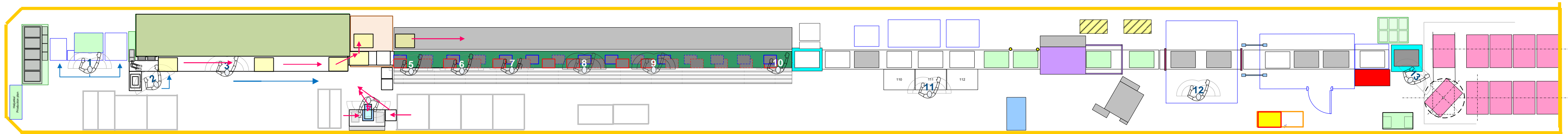
Příloha 2 – Schéma linky navrhovaný stav

Příloha 3 – Materiálový a informační tok

Příloha 4 – Materiál v SPS zóně

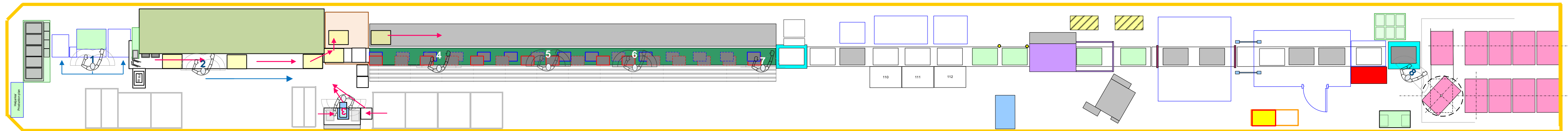
Příloha 1: Aktuální stav

Layout pro projekt Y



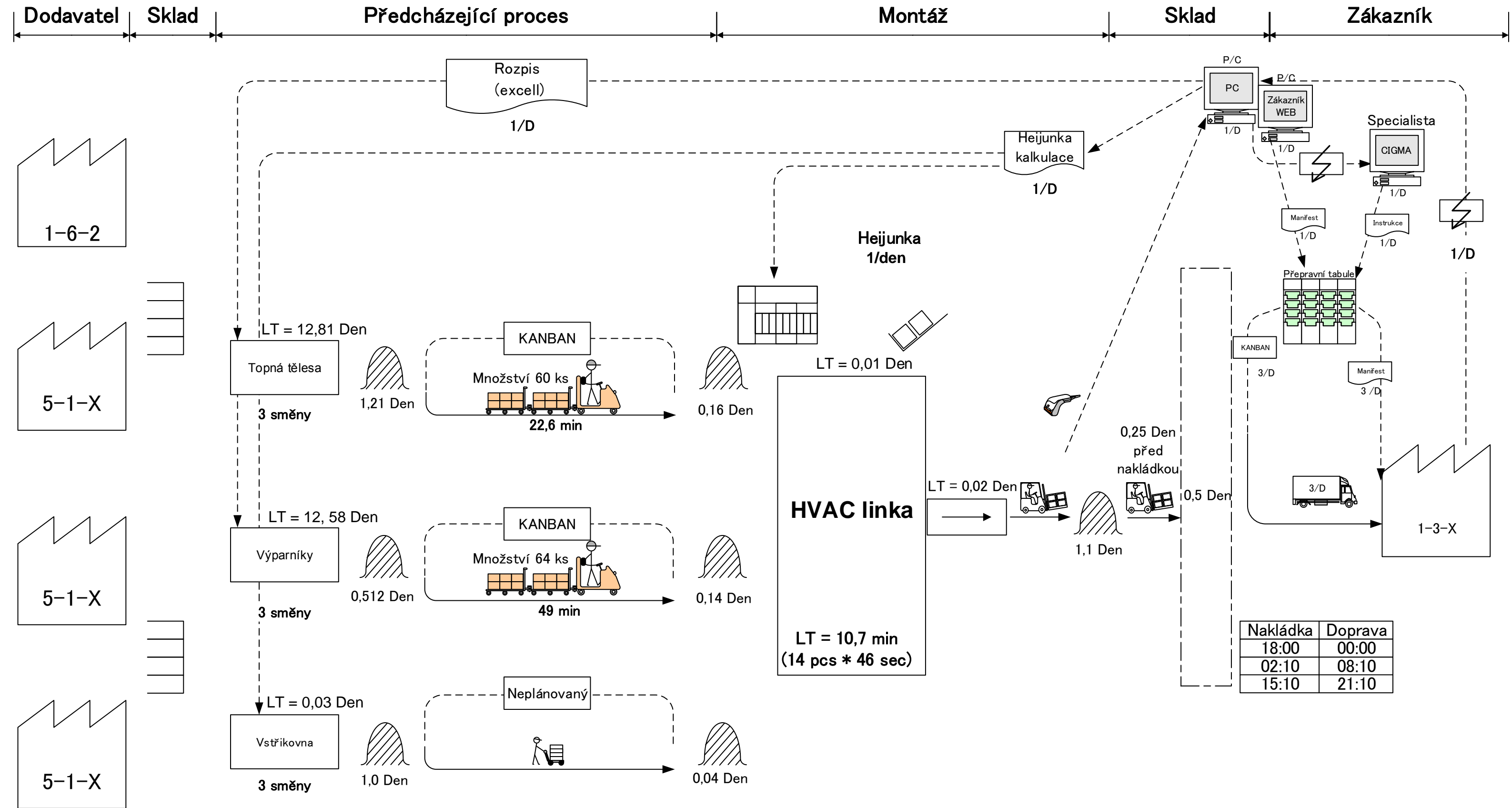
Příloha 2: Navrhovaný stav

Layout pro projekt Y



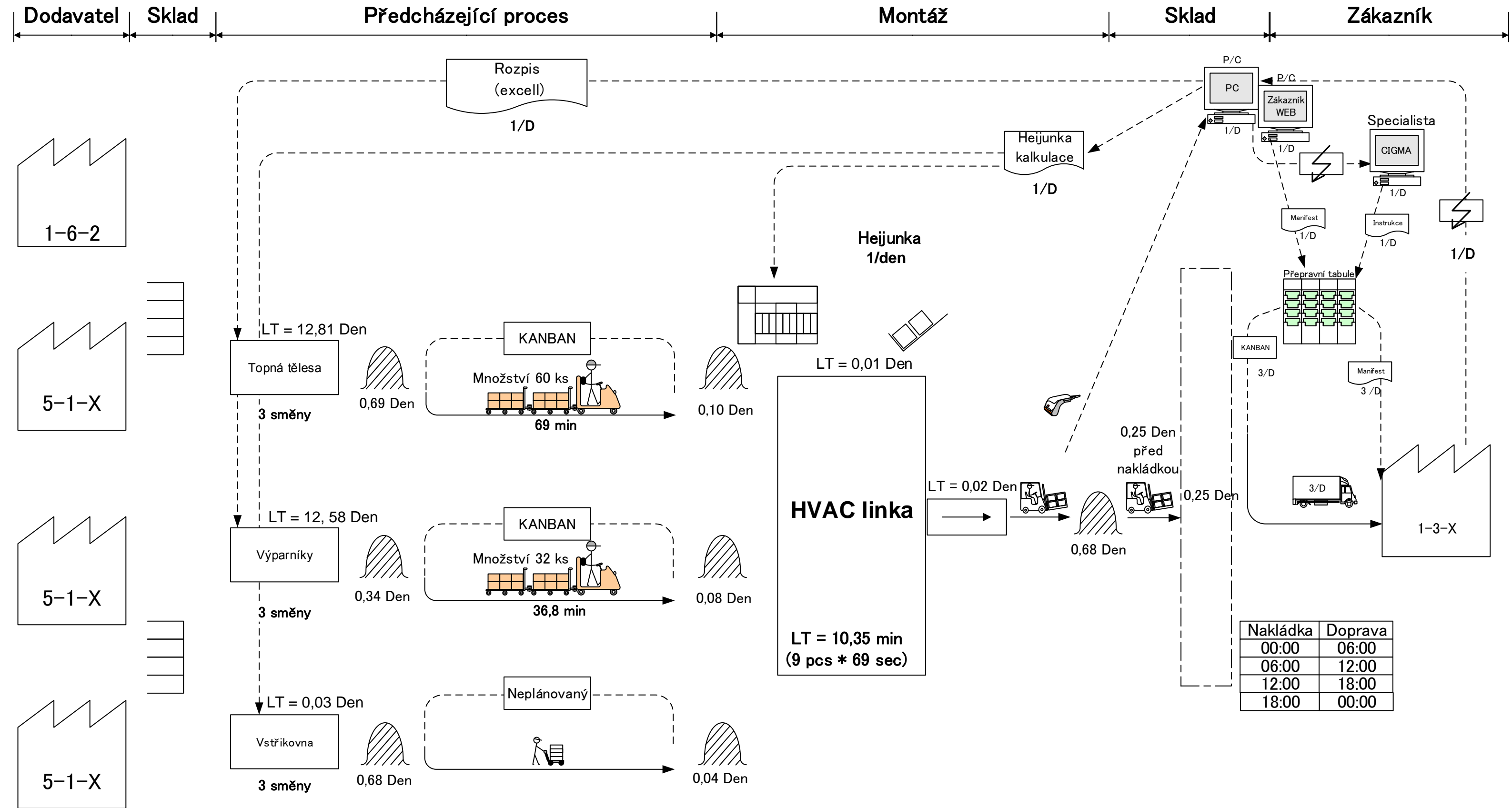
Projekt Y HVAC

Materiálový a informační tok



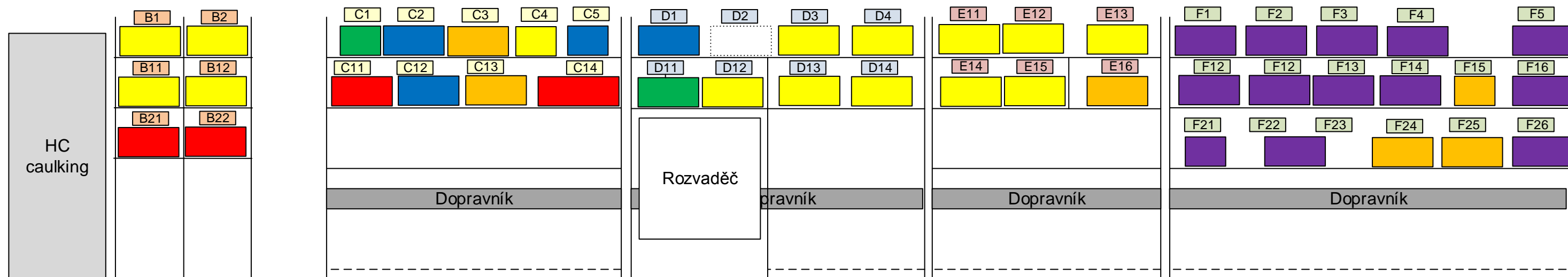
Projekt Y HVAC - NOVÉ

Materiálový a informační tok



Nakládka	Doprava
00:00	06:00
06:00	12:00
12:00	18:00
18:00	00:00

SPS ZONA - původní



SPS ZONA – po změně

