



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

Optimalizace parametrů montážní linky

Vypracoval: Pavel Hodiánek

Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

České Budějovice 2019

Anotace

Úvodní část této bakalářské práce je teoretická. V té se věnuji normám, kterými se musí automotive řídit. Dále se zabývám popisem základních pojmů, rozdělením výrob, montážních linek a uspořádání jednotlivých stanovišť. V další části se věnuji úpravám pracoviště, jeho uvolněním pro výrobu a metodou SMED. V praktické části analyzuji stávající proces přeseřzení montážní linky a následně vytvořím návrhy pro jeho optimalizaci.

Klíčová slova

Optimalizace parametrů, montážní linka, SMED, automotive, rozdělení výroby, ergonomie.

Abstract

The introductory part of this thesis is theoretical. Here I deal with the standards that the automotive must follow. I describe also basic concepts, division of production, assembly lines and layout of single work positions. In the next part I deal with modifications of the workplace, its release for production and the SMED method. In the practical part I analyze the current process of re-assembly of the assembly line and then I create suggestions for its optimization.

Key words

Optimization of parameters, assembly line, SMED, automotive, division of production, ergonomics.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiát.

V Českých Budějovicích dne 06. dubna 2019

Pavel Hodiánek

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval PaedDr. Bedřichu Veselému Ph.D. za velice cenné připomínky a odborné rady, kterými významně přispěl k vytvoření této bakalářské práce.

Díky také patří mé manželce za trpělivost a za veškerou projevenou podporu během mého studia.

Obsah

Úvod	7
Cíl bakalářské práce	8
Teoretická část	9
Automotive.....	9
Normy.....	9
Kvalita	12
Rozdělení výroby	13
Model výroby tvoří	14
Členění výroby technologického postupu	15
Jednotlivé prvky výrobního procesu	15
Technologické projektování	16
Základní rozmístění pracovišť.....	16
Volné uspořádání	17
Technologické uspořádání.....	17
Předmětné uspořádání.....	18
Modulární uspořádání.....	19
Buňkové uspořádání.....	20
Kombinované uspořádání	21
Montáž	21
Historie montáže	21
Montážní činnosti.....	22
Rozdělení montážních činností.....	22
Podíl montážní činnosti ve výrobě	23
Montážní prvky.....	23
Základní prvky montážního procesu	23
Montážní linka	24
Rozdělení montážních linek podle hledisek	24
Uspořádání montážních linek dle prostoru	25
Ergonomie	28
Úprava pracoviště	30
Uvolnění výroby	31
Tolerance	31
SMED	32
Praktická část.....	35
Seznámení s problematikou	35
Aktuální stav	35
Popis činnosti seřizovače při přeseřizení.....	36
Analýza původního stavu	36

Řešení	38
Nápravná opatření	38
Varianta 1	39
Varianta 2	42
Varianta 3	45
Závěr	50
Seznam použité literatury	51
Seznam obrázků	54
Seznam tabulek	54

Úvod

Toto téma vzniklo jako požadavek v jedné nejmenované firmě, jelikož si přála zůstat v anonymitě budu pro mé potřeby zveřejnění této práce používat místo názvu firmy výraz „podnik“.

Téma mé bakalářské práce jsem si vybral, protože sám pracuji ve výrobním sektoru a dané téma mě zajímá. Rád bych touto formou sám získal a také předal nově nabyté znalosti a zkušenosti, které jsem v průběhu psaní této bakalářské práce získal.

Tato práce se bude zabývat optimalizací procesu přeseřzení. Jelikož je ve výrobě takovýto proces naprosto nezbytný tak je logické, že se mu řada lidí věnuje. Proces přeseřzení neboli přetypování se využívá na montážních linkách, které umí vyrábět více typů obdobného výrobku. Zpravidla se jedná o výrobky se stejným účelem, ale jinými parametry či o výrobky pro jiného zákazníka, který má samozřejmě na výrobek trochu jiné požadavky. Daný proces přeseřzení tedy trvá od posledního vyrobeného kusu starého typu po první vyrobený kus typu nového. A tento čas je ztrátový, jelikož daná linka neprodukuje v této době žádné kusy. To samozřejmě vyvíjí tlak na pracovníka, který má tento proces na starosti a pokud na takovou činnost není vytvořen určitý standart neboli pracovní postup tak se může stát, že bude trvat přeseřzení neúměrně dlouho a tím pak plýtváme výrobní kapacitou dané linky, což pro podnik znamená ekonomickou ztrátu.

V praktické části této práce se budu zabývat analýzou stávajícího stavu a poté se budu snažit zefektivnit celý proces přeseřzení.

Cíl bakalářské práce

Teoretické cíle:

- rešerše dostupné literatury
- analýza získaných informací
- seznámení se s danou problematikou

Praktické cíle:

- analýza stávajícího stavu
- vytvořit návrhy pro optimalizaci daného procesu
- vybrat nejvhodnější návrh
- vyhodnocení výsledků

Teoretická část

Automotive

Automobilový průmysl patří do sekundárního sektoru, zabývající se od vývoje, výroby přes marketing a konečný prodej motorových vozidel a všech jeho součástí. Automobilovým průmyslem jsou myšleny všichni výrobci automobilů a jejich subdodavatelé. Celý automobilový průmysl je nositelem nejmodernějších metod řízení, jelikož jsou na výrobky kladeny nejvyšší nároky a požadavky co se týče bezpečnosti a kvality. Na všechny firmy v tomto odvětví působí obrovský konkurenční tlak, což je hnací motor pro neustálé zlepšování ve všech směrech. [1]

Konečnými výrobky automobilového průmyslu, které si kupuje zákazník jsou zejména:

- osobní automobil,
- nákladní automobil,
- autobus,
- motocykl. [1]

Normy

Všechny firmy zapojené v automobilovém průmyslu musí dodržovat závazné zákony a normy. Díky těmto normám a zákonům jsou dodržovány nejvyšší bezpečnostní požadavky. Dále nám zavedení těchto norem napomáhá se v každém okamžiku zlepšovat, a to hlavně kvalitu našich produktů a tím i spokojenost našich zákazníků. K hlavním normám automobilového průmyslu patří:

- ISO 9001
- VDA 6.1
- QS 9000
- IATF 16949

ISO 9001 – (International Organization for Standardization) Je norma pro systém managementu kvality. Tento systém řízení managementu kvality začíná po 2. světové válce, jelikož se v této době rozšířila sériová výroba a bylo nutné zavést jistá opatření, která by udržela kvalitu vyráběných dílů na nejvyšší úrovni, aniž by se musel testovat každý výrobek zvlášť. Tyto normy se ze začátku lišily v závislosti jak na území (Evropa, USA, Asie), tak na jednotlivých firmách. Samotná norma s označením **ISO 9001** začíná ve Velké Británii v 80. letech minulého století a poté se začala hojně užívat v celé Evropě. Umožnila tím vznik nezávislým certifikačním společnostem, které ověřují, zda daný podnik splňuje všechny potřebné normy.

Tato norma stanovuje jednoduché zásady, kdy management firmy vytyčí své cíle v oblasti kvality a tyto cíle jsou pomocí jasně stanovených procesů realizovány. Účinnost procesů je sledována a měřena. Díky tomu je posléze možno zavést účinná opatření díky kterým dosáhneme tíženého cíle. „Norma se zabývá principy řízení dokumentace, lidských zdrojů, infrastruktury, zavádí procesy komunikace se zákazníky, hodnocení dodavatelů, měření výkonnosti procesů a také interní audity za účelem získání zpětné vazby.“ [2]

Obrázek 1: ISO 9001



Zdroj: [2]

VDA 6.1 – Je oborová norma pro automobilový průmysl pocházející z Německa, která definuje veškeré požadavky na systémy managementu kvality v automobilovém odvětví. „VDA 6.1 vydává **VDA QMC** (Qualitäts Management Center im Verband der Automobilindustrie)“, ta ji zpracovává a distribuuje. Tato norma v sobě obsahuje normu ISO 9001 v celém znění a doplňuje tak tuto normu o další požadavky vztahující se k automobilovému průmyslu. Například požadavky pro zavádění nových produktů, schvalování nových produktů zákazníkem a dále i požadavky na neustále zlepšování všech vztahujících se procesů. Norma VDA 6.1 slouží jako výchozí model pro nastavení a určení základních řídicích procesů v automobilovém průmyslu. Normou se musí následně řídit i celý dodavatelský řetězec. Dále nám norma VDA 6.1 říká, že pouze pokud vezmeme v úvahu všechny výrobní faktory tak dosáhneme bezproblémové výroby po všech stránkách. [3]

Obrázek 2: VDA



Zdroj: [3]

Výrobní faktory jsou např.:

- kvalifikovaný a zaučený personál,
- dodržování stanovených postupů (výroba, kontrola, časový plán atd.),
- mít dané návody (pracovní, kontrolní návody atd.),
- mít kontrolu pro dodržování návodů,
- správné uvolnění výroby,
- použití vhodných a kalibrovaných nástrojů,
- používat pouze uvolněný materiál,
- mít vše schválené jak dodavatelem, tak zákazníkem.

Toto byl jen opravu malý výčet důležitých výrobních faktorů, samozřejmě jich je mnohem více.

QS 9000 – Je oborová norma pro automobilový průmysl pocházející z Ameriky, tato norma byla vytvořena roku 1994 velkými americkými automobilovými společnostmi, a to General Motors, Chrysler a Ford (takzvaná velká trojka). Norma byla vydána pod záštitou AIAG (Automotive Industry Action Group) tato společnost normu zpracovává, distribuuje, doplňuje normu o další manuály a stávající aktualizuje. Dále pak zajišťuje certifikační školení. Tato norma v sobě obsahuje normu ISO 9001 v celém znění a doplňuje tak tuto normu o další požadavky vztahující se k automobilovému průmyslu. Požadavkům této normy pak musí vyhovět každý dodavatel. Norma QS 9000 má tři sekce:

- **ISO 9001** systém managementu kvality plus požadavky automobilového průmyslu,
- požadavky určené zakládajícími společnostmi (velká trojka),
- požadavky určené zákazníkem, ty jsou unikátní pro každého výrobce zvlášť. [4]

Obrázek 3: QS 9000



Zdroj: [4]

IATF 16949 – Je oborová norma pro automobilový průmysl, tato norma sjednocuje požadavky celého světa na systémy managementu kvality a je vlastně standardem v tomto odvětví. Norma **IATF 16949** nahrazuje normu **ISO/TS16949** a de-facto spojuje dané požadavky evropského a amerického

kontinentu v automobilovém průmyslu, to znamená sloučení norem **VDA 6.1** a **QS 9000**. Norma **IATF 16949** rozšiřuje stávající normu **ISO 9001** z které vychází. Tato norma obsahuje požadavky pro Automotive, především na startování nových produktů, odsouhlasení produktů zákazníkem, dále určuje požadavky na permanentní zlepšování a klade velký důraz na měřitelnost procesů vzhledem k účelnosti a efektivitě plus definování jasných měřítek. Tato norma se uplatňuje v celém řetězci dodavatelů i subdodavatelů, to znamená, že pokud má automobilka certifikát **IATF 16949** tak se touto normou musí řídit i všichni, kteří se jakkoli podílí na daném procesu. Tato norma, ostatně jako jiné technické normy určují jistý standart, který nelze snížit či odstranit. Norma IATF 16949 se svými principy přibližuje k TQM (Total Quality Management). [5]

Obrázek 4: IATF 16949



Zdroj: [5]

Kvalita – Nebo též **jakost** je z pohledu zákazníka jeden ze stěžejních rozhodovacích prvků při výběru dodavatele. Výraz kvalita je tedy údaj o určitých vlastnostech daného produktu a s tím se pojí i jistá subjektivita v posuzování, co je kvalitní pro jednoho nemusí být dostatečně kvalitní pro jiného. Pojem kvalita má různé definice například: [6]

- *Dle akademického slovníku cizích slov je slovo kvalita přeloženo jako „souhrn užitných vlastností výrobku nebo služby, souhrn typických, zpravidla kladných vlastností“.*
- *Norma ISO 9001 definuje kvalitu jako „Stupeň splnění požadavků souborem obsažených znaků“. Přičemž požadavky jsou dle normy očekávané (např. zákazníky) nebo závazné (např. dle normy).*
- *Philip B. Crosby definuje kvalitu jako „soulad s požadavky“.*
- *Armand Vallin Feigenbaum popisuje kvalitu jako: „Kvalita výrobku je souhrn všech jeho konstrukčních a výrobně technických charakteristik, které určují úroveň, jakou produkt naplní očekávání zákazníka. [6]*

Rozdělení výroby

Podle výrobního programu

Určuje se výrobním programem a technickými procesy. A rozdělujeme je na základní, vedlejší, doplňkovou, přidruženou a pomocnou výrobu. [7]

- **Základní výroba** – Je hlavní výrobní činností podniku, jde o produkt určený k odbytu jako například: mobilní telefony, pračky, ledničky, automobily atd. [7]
- **Vedlejší výroba** – U vedlejší výroby jde především o produkci součástí, náhradních dílů apříslušenství rozšiřující finální výrobek. [7]
- **Doplňková výroba** – Tato výroba si bere za cíl využít přebytečný a odpadní materiál, tím se využije maximální ekonomický potenciál nakoupených surovin.
- **Přidružená výroba** – Povaha této výroby nepatří do standartního výrobního procesu daného výrobního oboru, například: strojírenská výroba v zemědělství, truhlářská výroba ve strojírenství atd. [7]
- **Pomocná výroba** – Je výrobou energií pro následné vlastní využití. [7]

Podle charakteru výrobních procesů

- **Mechanická výroba** – V této výrobě se nijak nemění vlastnosti vstupních materiálů, ale mění se vzhled, tvar, velikost, jakost ploch atd., vstupující surovina nebo materiál je opracován různými způsoby jako obráběním, tvářením, svařováním, kování atd. [7]
- **Chemická výroba** – Jde o výrobu, při které se transformuje vstupní surovina na výstupní a dojde tím ke změně látkové podstaty původní suroviny. Tato výroba je typická pro výrobu léčiv, zpracování rud, chemikálií, plastů, ropy i dřeva. [7]
- **Biologická a biochemická výroba** – Tato výroba se uskutečňuje přírodními procesy a je charakteristická pro potravinářský průmysl (například výroba sýrů, jogurtů a alkoholu) či výrobu některých léčiv. (jako například antibiotika) [7]
- **Výroba energií** – Výroba energií je trochu zavádějící výraz, jelikož jde o přeměnu jednoho druhu energie na jinou, k tomu se využívá sluneční záření, tepelná energie, elektrická energie, mechanická energie a chemické reakce. Nejčastěji chceme vyrobit elektrickou či mechanickou energii a naopak. [7]

Podle úrovně specializace pracovišť

Toto rozdělení má tři základní typy výroby vzhledem k množství různých druhů a počtu vyrobených produktů, to znamená, že toto rozdělení je podle úrovně specializace daných pracovišť. Jde o kusovou, sériovou a hromadnou výrobu. [8], [9]

- **Kusová výroba** – Je výroba malého množství kusů, na výběr bývá velmi široký sortiment s možností vlastních úprav a připomínek na které bere výrobce zřetel, díky tomu se z každého vyrobeného kusu stává unikát a tím lépe vyhovuje potřebám zákazníka, ten je díky tomu schopný za poskytnutou flexibilitu zaplatit nemalé prostředky. Takováto výroba se opakuje velmi nepravidelně (pokud vůbec), může se měnit i výrobní množství. Velký časový podíl v této výrobě jsou čekací časy, naproti tomu je třeba méně času pro vlastní technologické zpracování. U tohoto způsobu výroby je třeba velká univerzálnost strojů a samozřejmě i vysoká kvalifikace pracovníků. Pro kusovou výrobu je velmi typické technologické uspořádání výrobních strojů. [10]
- **Sériová výroba** – Jde o výrobu více kusů (toto množství nazýváme série), které se s jistou pravidelností opakují. Z kusové výroby tedy můžeme přejít na sériovou, pokud zvýšíme počet vyráběných dílů a zúžíme sortiment, tedy množství druhů, které vyrábíme a tím docílíme větší opakovatelnosti. Díky tomu můžeme daná pracoviště lépe specializovat pro vyráběný produkt, sníží se tím náklady, zmetkovost i pracnost celého procesu. Sériová výroba se dále liší podle velikosti série na **malosériovou, středněsériovou a velkosériovou výrobu**. [10]
- **Hromadná výroba** – Zde převládá výroba jednoho nebo velice malého množství druhů vyráběných dílů ve velkém množství. Pro podniky využívající tento druh výrobků je charakteristická vysoká opakovatelnost, užívání jednoúčelových a velice specifických strojů ve kterých převládá automatizace a robotizace. Je zde jasná dělba práce a jasné návody pro všechny operace spojené s výrobou, a to ať už jde o samotnou montáž, kontrolu vyrobených dílů, balení či zásobování výrobních linek. Díky těmto postupům nejsou na dělníky kladeny vysoké technické nároky, což se nedá říct o seřizovačích a technolozích, kteří musí vždy v nejkratší možné době zjistit příčinu problému a následně zajistit opravu. [10]

Model výroby tvoří

- **Pracoviště** – Jde o základní prvek ve výrobním systému, je to samostatné pracoviště (prostředek) jež je kapacitně, technologicky i prostorově jasně vymezen. V praxi se označuje jako stroj. [11]
- **Výrobní úsek** – Ten tvoří uskupení jednotlivých pracovišť, která tvoří celek a umožňují tak výrobu jednotlivých dílů výrobku. V praxi tento název můžeme slyšet pod označením výrobní linka nebo skupina strojů. [11]
- **Výrobní jednotka** – Tvoří ji jednotlivé výrobní úseky, které dále utváří výrobu kompletního výrobku. V praxi se užívá název závod, podnik, provoz atd. [11]

Členění výroby technologického postupu

Ten se využívá u všech typů výroby a také ve všech fázích při zhotovování výrobku. Tyto technologické postupy se rozdělují dle typu a také účelu výroby na čtyři části: [12], [13]

- operace,
- úsek,
- úkon,
- pohyb.

Operace

Jde o část výrobního procesu, který se děje nepřetržitě a je ukončen na jednom pracovišti. Vykonává se převážně jedním pracovníkem, popřípadě i skupinou pracovníků, daná operace probíhá na jednom výrobku a je charakterizována stejným cílem. [12], [13]

Úsek

Jde o část operace, ve které se děje práce za téměř stejných technologických podmínek. Práce je zde konána jedním nástrojem či skupinou nástrojů jenž vykonává svou činnost současně. Například soustružení hřídele bychom mohli rozdělit na úseky soustružení čela, dále pak válcových ploch, zápichů atd. [12], [13]

Úkon

Jde o ucelenou, jednoduchou pracovní činnost, jenž je organizačně nerozdělitelná např. zapnutí stroje, vypnutí stroje, upevnění přípravku, vyjmutí výrobku atd. [12], [13]

Pohyb

Jde o nejjednodušší pracovní činnost v technologickém postupu, také je to nejmenší prvek operace. A nejčastěji je uváděna v sériové a hromadné výrobě. [12], [13]

Jednotlivé prvky výrobního procesu

- **pracovní prostředky** – Ty nám určují strukturu, daný rozsah a kompletní výsledky celého výrobního procesu. Zařazujeme sem jak stroje, nástroje, nářadí, přípravky tak i nemovitosti v kterých proces probíhá. Dále určují technologii výroby a ve velké míře také ovlivňují i organizaci řízení výroby. [14]
- **pracovní předměty** – To jsou veškeré vstupní materiály, sem se zařazuje i palivo a energie vynaložená ve výrobě. Pracovní předměty musí být vždy včas ve správném množství, kvalitě a na určeném pracovišti. Toto je jeden z úkolů organizace a řízení výroby. [14]

- **pracovní síla** – Tím se myslí obsluha daného pracoviště. Jedná se o rozhodující prvek, který ovlivňuje celý výrobní proces jak z pohledu produkce, tak z pohledu kvality vyráběného produktu. [14]

Technologické projektování

Všechny technické činnosti od vývoje, přes technické přípravy výroby, projektování a optimalizační činnosti vytvářejí řetězec na sobě závislých činností, ve kterém má technologické projektování velice důležité místo a to hlavně v technologické přípravě výroby. [15], [16], [17]

Cílem technické přípravy výroby je vytvoření takové konstrukce daného výrobku, ve které je kladen důraz na co nejvyšší možnou technickou úroveň výrobku a jeho užitnou hodnotu. Dále má na starost zajistit hospodárný způsob výroby nejen po technické stránce, ale i organizační. Technicko-organizační projekt je velice důležitou náplní technologického projektování. [15]

Technologické projektování je kreativní a tvůrčí činnost technicko-ekonomického charakteru, její zaměření spočívá v tvorbě projektů. V těchto projektech se zabývá technicko-organizačním uspořádáním pracovišť a nástrojů, dále se zabývá technologií výroby a montáží jednotlivých částí. [17]

Správné rozmístění strojů je základní a jednou z důležitých činností v technologickém projektování. Má vliv na:

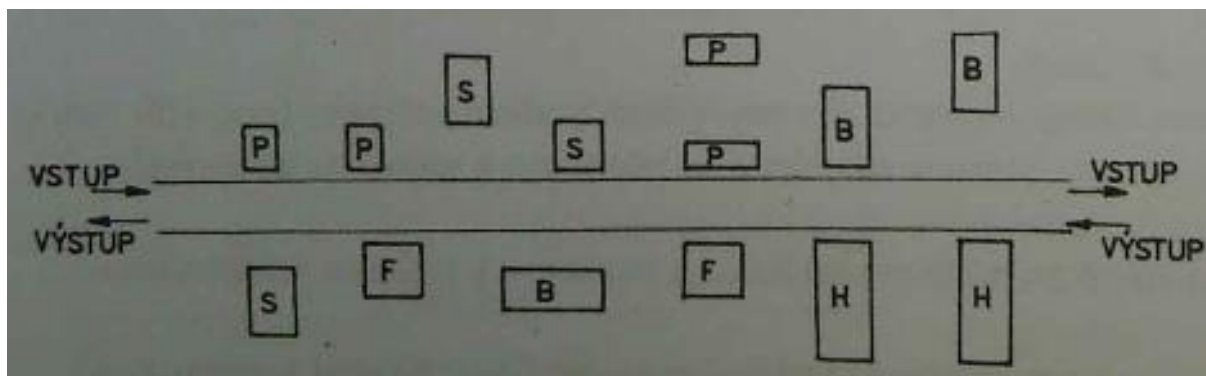
- efektivnost výroby,
- bezpečnostní předpisy,
- šetření výrobní plochy,
- jednoduchost řízení výroby,
- zkrácení času mezi operacemi,
- ergonomie. [15]

Základní rozmístění pracovišť

Pro prostorové uspořádání pracovišť se používá anglický název „**layout**“. Zabývá se uspořádáním jednotlivých oddělení, stanovišť, nástrojů a dalšího potřebného vybavení. Klade důraz na pracovní pohyb, to znamená tok materiálu napříč výrobním systémem a pohyb operátorů na pracovištích. Optimální uspořádání má vliv na celkovou kapacitu výrobního systému a tím se podílí na utváření výrobních nákladů. [18]

Volné uspořádání – V tomto rozmístění pracovišť dochází k náhodnému uskupení, vzhledem k volnému místu ve výrobě, přívodu energie a médií. Nelze zde učit přesný materiálový tok a návaznost operací. Toto rozmístění bývá nejčastěji v laboratořích a dílnách s kusovou výrobou. Uspořádání tímto způsobem je pro výrobu zcela nevyhovující a lze využít u výrobků, kde jednotlivé procesy na sebe nenasazují. [15]

Obrázek 5: Volné uspořádání linky



Zdroj: [15]

Pozn: Písmena značí určitý druh stroje

Technologické uspořádání – V tomto rozmístění se k sobě staví jednotlivá pracoviště, která mají technologickou příbuznost, dle tohoto principu se pracoviště týkající se například svařování umístí do svařovny, pracoviště zabývající se lisování do lisovny, obráběcí stroje do obrobny, kde by například byl soustruh, fréza, vrtačka spolu po hromadě na jednom úseku. Tento typ rozmístění se především používá v kusové nebo malosériové výrobě. [15]

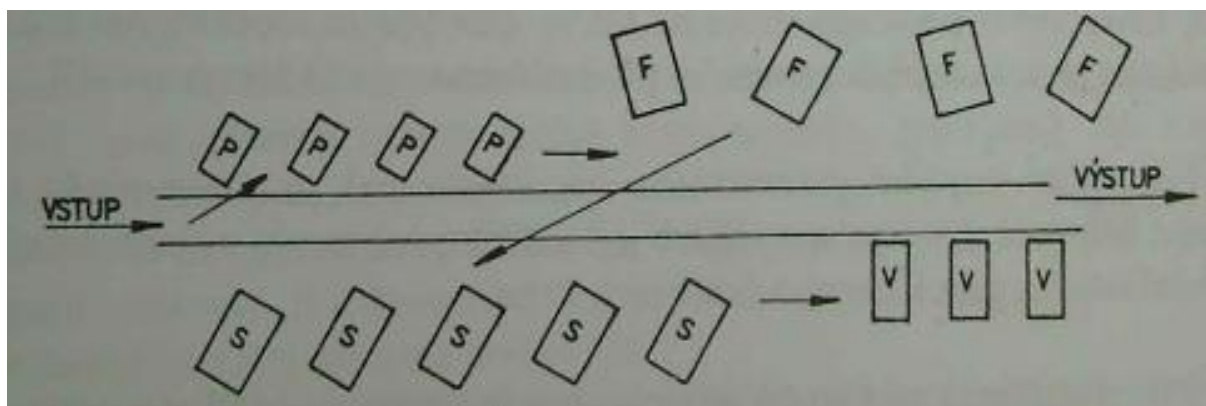
Výhody:

- poruchy strojů nenaruší produkci, jelikož lze využít stroje technologicky stejného či příbuzného charakteru
- změna ve výrobním programu nemusí narušit výrobu
- tyto univerzální stroje jsou velmi často levnější oproti specializovaným, jednoúčelovým zařízením použitých ve výrobních linkách
- lepší a kreativnější využití strojů
- snadnější a levnější údržba
- obsluha strojů se může specializovat podle profesí [15]

Nevýhody:

- velice komplikovaný tok materiálu
- vysoké nároky na výrobní plochu a sklad materiálu
- delší výrobní cyklus
- náročné řízení výroby s ohledem na využitelnost pracovišť na maximum [15]

Obrázek 6: Technologické uspořádání



Zdroj: [15]

Předmětné uspořádání – Je seskupení technologicky odlišných pracovišť, které jsou uspořádány za sebou podle návaznosti výrobního postupu předmětu (proto předmětné). Toto uspořádání je tedy zaměřeno na předmět výroby a všechna pracoviště, která se podílí na výrobě jsou uskupeny do montážní linky tak, aby odpovídala výrobnímu postupu produktu. Mezi jednotlivými stanovišti je vytvořen dopravní systém pro rozpracované díly z jednoho pracoviště na druhé tak, aby se co nejvíce zkrátil manipulační čas mezi stanovišti. Uspořádání tohoto typu se nejvíce využívá v sériové a hromadné výrobě. [15]

Výhody:

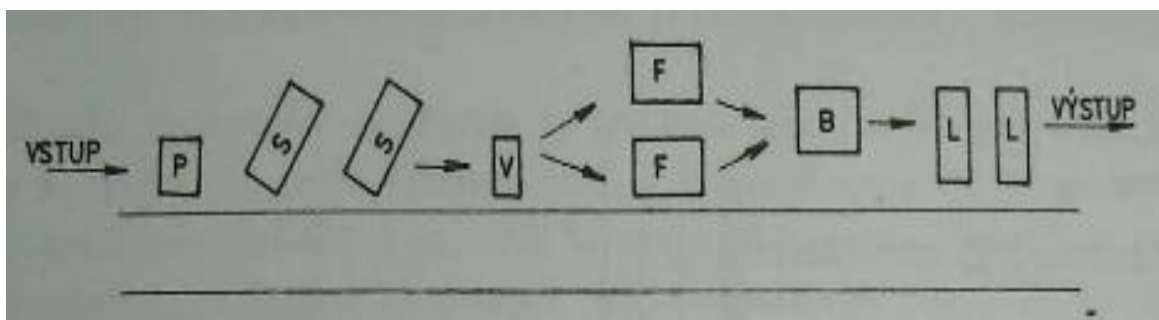
- krátké manipulační cesty mezi pracovišti
- snížení mezioperačních časů
- rychlá a jasně měřitelná doba výroby hotového výrobku
- šetření výrobní plochou
- menší množství rozpracované výroby
- menší náklady na skladování rozpracované výroby
- lepší operativní řízení výroby

- speciální jednoúčelové stroje může obsluhovat méně kvalifikovaný pracovník [15]

Nevýhody:

- změna výrobního programu většinou vede k úpravě pracoviště a může znehodnotit jejich uspořádání
- snížení plánu výroby zapříčiní nižší využití strojů
- jednoúčelové stroje mají vyšší finanční náklady
- náročná synchronizace časů na jednotlivých stanovištích
- monotónní práce pro obsluhu [15]

Obrázek 7: Předmětné uspořádání



Zdroj: [15]

Modulární uspořádání – Je typické v seskupování technologických bloků, kdy každý blok je schopen provádět několik technologických funkcí. Provoz v tomto uspořádání je sestaven ze stejných či obdobných pracovišť. Dalším rysem této výroby je poměrně vysoká produktivita práce, z čehož plyne vysoká důležitost v plánování, zásobování a organizaci práce. Pokud přihlédneme k těmto faktorům tak zjistíme, že toto uspořádání je vhodné využívat ve vícesměnných provozech. Modulární uspořádání se nejčastěji využívá jak ve středně těžkém strojírenství, tak v těžkém strojírenství kusové a malosériové výroby. [15]

Výhody:

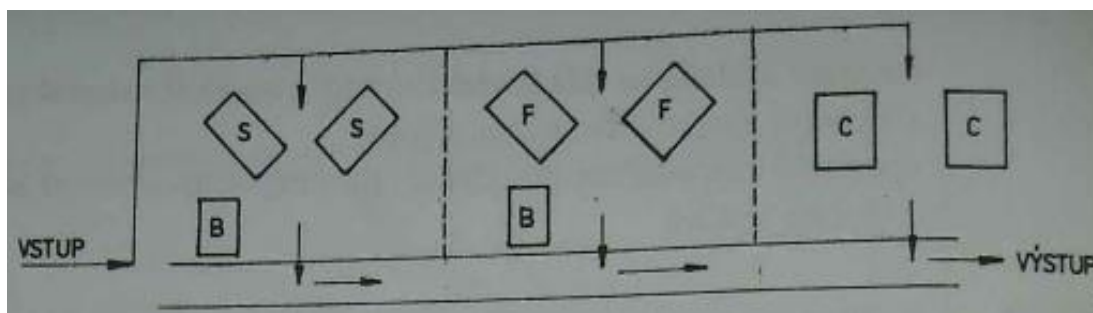
- vysoká produktivita práce
- zkrácení mezioperačních a operačních časů
- zkrácení kontinuální doby výroby
- zlepšení v organizaci práce a řízení výroby [15]

Nevýhody:

- klade vysoké nároky na technickou přípravu výroby

- vysoká cena strojů a zařízení [15]

Obrázek 8: Modulární uspořádání



Zdroj: [15]

Buňkové uspořádání – Je modifikací již zmíněného modulárního uspořádání. Danou buňku tvoří vysoce produktivní pracoviště s mechanizovaným či automatizovaným okolím, tím je myšlen robot, popřípadě jiné zařízení vhodné k přemísťování nebo obracení. Z tohoto důvodu se dnes využívá více než zmíněné modulární uspořádání. Dále se u tohoto uspořádání vykonávají přípravné operace na pomocných pracovištích, a to v době chodu na hlavním pracovišti. Výměna nástrojů, nastavení a následné seřízení probíhá v době hlavních technologických operací. [15]

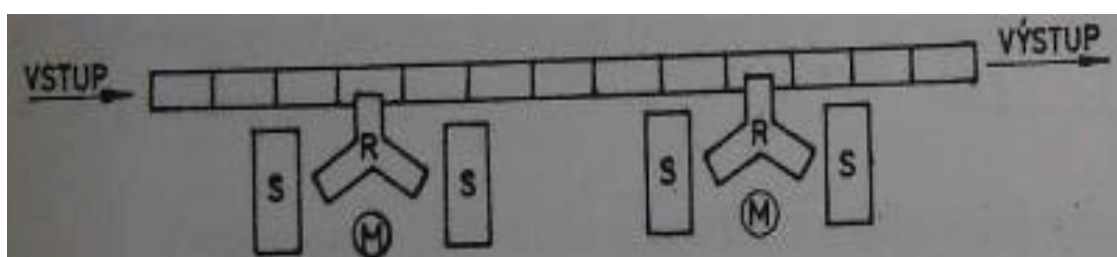
Výhody:

- vysoká produktivita práce
- minimální manipulace s materiálem
- vysoký podíl automatizace a robotizace
- naprosto přesné dodržování technologických postupů, které vede k udržení a zlepšení kvality výroby [15]

Nevýhody:

- klade vysoké nároky na technickou přípravu výroby
- vysoká cena strojů a zařízení [15]

Obrázek 9: Buňkové uspořádání



Zdroj: [15]

Kombinované uspořádání – Pokud projektujeme větší provoz tak zjistíme, že nelze vždy uplatnit pouze jeden způsob uspořádání. Snažíme se tedy vhodně zvolit kombinaci tak, abychom co nejlépe obsáhly potřeby dané výroby a tím zefektivnili celý proces. V praxi se nejčastěji využívá kombinace předmětného uspořádání s technologickým. Pokud využíváme více druhů uspořádání, tak bychom se měli vždy snažit využít všech výhod, které nám dané uspořádání nabízí, a naopak bychom měli minimalizovat všechny nevýhody. [15]

Montáž

Slovo montáž pochází původně z Francie. *Mont* znamená hora nebo hromada, tudíž lze slovo montáž volně přeložit jako *hromadit, dávat do hromady* či *kupit*. [19]

Proces montáže je tedy jeden z posledních procesů ve výrobě, při kterém se jednotlivé části spojují do celků a tím tvoří hotový produkt nebo jeho kompletní součást. [19]

Historie montáže

Před příchodem **Henryho Forda**, tedy začátkem 20. století, byla montáž pouze ruční záležitost. Až s rozvojem hromadné výroby v automobilovém průmyslu začínaly vznikat jedny z prvních montážních linek. Jako první Henry Ford propojil výrobní stanice pohyblivými pásy, které mu usnadňovali manipulaci a určovali rychlost celého procesu. Podél pásu stáli méně kvalifikovaní pracovníci, kteří systematicky vykonávali velice jednoduché pracovní činnosti v předem určeném pořadí a čase. Na konci této „montážní linky“ byl hotový vůz. [20], [21]

Montážní linky, které vytvořil Henry Ford měly tři základní rysy nazývané se „tři S“.

- Zjednodušení (Simplification)
- Specializace (Specialization)
- Standardizace (Standardization) [16]

Způsob výroby Henryho Forda se stal opravdu revolučním. Ostatní výroby napříč celým průmyslem se začali rychle přizpůsobovat, aby pokryly stále narůstající potřeby zákazníků. Objevili se ale i odpůrci, kteří poukazovali na monotónní a velice nezajímavou práci. Příkladně lidskou bytost k pouhému nástroji, ale výhody plynoucí z tohoto procesu však i nadále převládaly.

Tato situace se začala měnit až s příchodem automatizace a robotizace. [20], [21]

Montážní činnosti

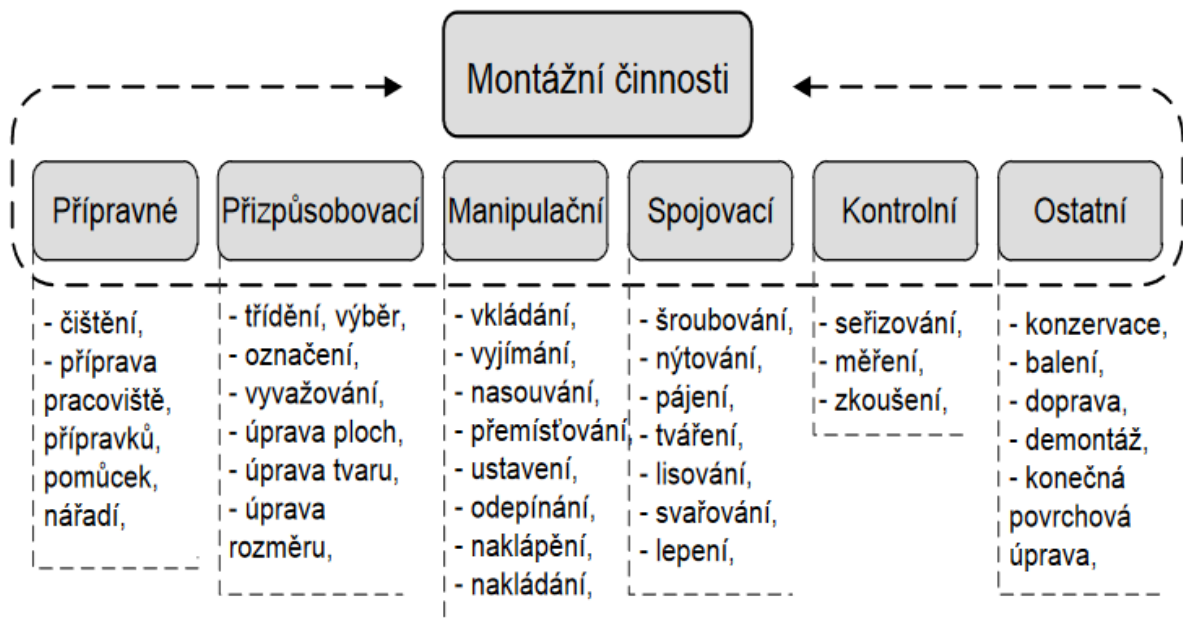
Tím jsou myšleny samostatné úkony, které provádíme při montáži např. měření, seřízení, balení, kontrola a údržba pracovišť, kontrola dílů, expedice aj. V rámci montáže se vykonává řada činností, které můžeme rozdělit do šesti následujících skupin. [22]

- přípravné činnosti
- přizpůsobovací činnosti
- manipulační činnosti
- spojovací činnosti
- kontrolní činnosti
- ostatní činnosti

Všechny tyto činnosti se vzájemně propojují a jedna bez druhé by nikdy nemohly vytvořit správně fungující montážní systém. Dále je třeba zohlednit vysoké požadavky jak na celkovou kvalitu výrobku, tak na kvalitu každého použitého segmentu, životnost daného výrobku, na spolehlivost a v neposlední řadě musíme brát ohledy na splnění technologických, organizačních a ekonomických požadavků samotného montážního procesu. [22]

Rozdělení montážních činností

Obrázek 10: Rozdělení montážních činností



Zdroj: [22]

Podíl montážní činnosti ve výrobě

Vzájemný podíl samostatných montážních činností se různí v závislosti na druhu výroby, dále na sériovosti a opakovatelnosti výroby, komplikovanosti montážních celků, použitém stupni automatizace, mechanizace a robotizace v montážním procesu.

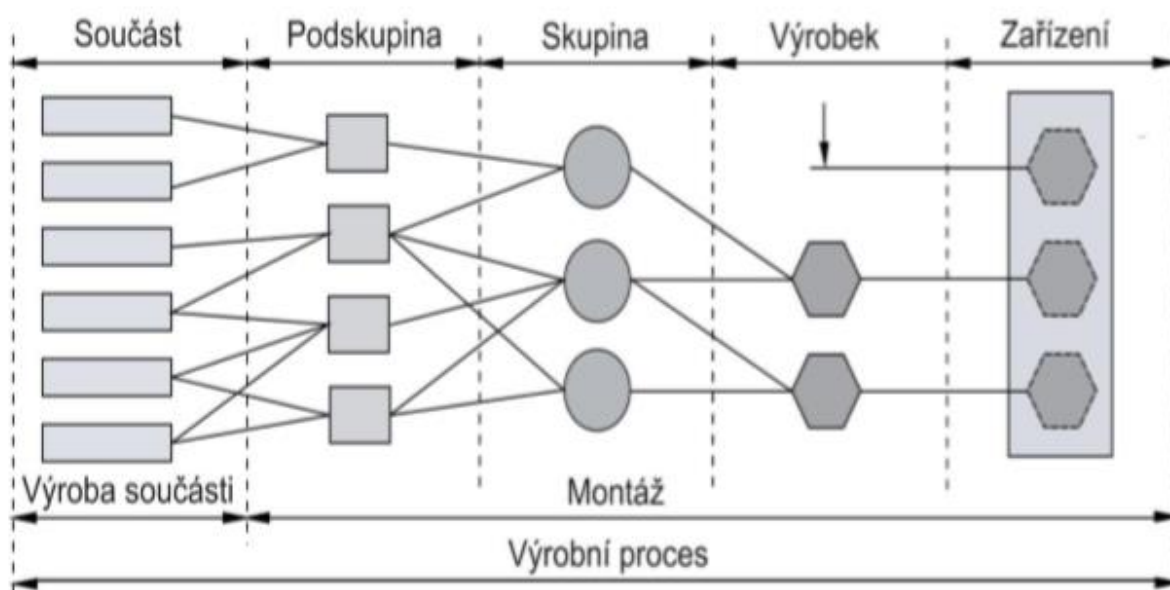
V kusové a malosériové výrobě jsou nejdůležitější především přípravné činnosti, dále seřizování a kontrola. Tyto činnosti vytvářejí v součtu přibližně 80% pracnosti celé montáže.

V sériové až hromadné výrobě narůstá podíl montážních činností týkajících se spojování a manipulace (vkládání, zajišťování, nasazování atd.) [22]

Montážní prvky

Z hlediska montáže jsou všechny složitější strojírenské výrobky členěny do montážních prvků, jde o skupiny a určité části strojů, které můžeme montovat samostatně a nezávisle na dalších částech výrobku. Rozdělení výrobků do menších celků je zpravidla v souladu s konstrukční dokumentací. Obrázek č. 11 nám ukazuje základní rozdělení výrobku z hlediska dílčích fází výrobního procesu a vyjadřuje tím rozdělení montáže na základní montážní prvky. [22]

Obrázek 11: Schéma montážních prvků



Zdroj: [22]

Základní prvky montážního procesu

- **součást** – Je prvotní článek montáže, tento prvek je nerozebíratelný a obvykle je tvořen z jednoho druhu materiálu.

- **díl** – Je jednotka, která vznikla spojením dvou či více součástí a nezáleží na metodě provedení ani na druhu spojení, jde o výchozí montážní prvek.
- **podskupina (podsestava)** – Je jednotka, která vznikla spojením dvou či více součástí, dílů nebo jiných podskupin a nezáleží na druhu spojení. Podskupin bývá více řádů, kupříkladu podsestava 1. řádu je přímo montována do skupin, podsestava 2. řádu je montována do podsestavy 1. řádu atd.
- **skupiny (sestava)** – Je nejvyšší montážní prvek, který se vytvoří spojením jedné, popřípadě několika podsestavami a dalšími díly či součástmi.
- **výrobek** – Bývá to konečný produkt montáže a je určený pro trh, jenž je účelně a konstrukčně uzavřený, je tvořen ze součástí, dílů, podsestav a sestav spojených jak rozebíratelným, tak nerozebíratelným spojením.
- **zařízení** – Vytváří komplex strojírenských výrobků, jenž mají za úkol splňovat provozní a technologické úkoly. [22]

Montážní linka

Montážní linku můžeme charakterizovat jako soubor pracovišť rozestavěných podle technologického postupu. Dále jsou tato stanoviště propojena mezioperační dopravou. [15], [16]

Rozdělení montážních linek podle hledisek

- **užití mechanizace a zapojení člověka do montáže:**
 - ruční linky
 - poloautomatické (mechanizované) linky
 - automatizované
- **způsobu pohybu výrobku při montáži:**
 - stacionární linky
 - linka s pohybujícím se výrobkem:
 - výrobek se pohybuje neustále
 - výrobek se pohybuje až po dokončení operace
- **způsobu provádění montážních prací:**
 - na dopravníku
 - mimo dopravník
- **stupně synchronizace:**
 - synchronizované linky
 - nesynchronizované linky

- **montážního taktu:**
 - linky s pevným taktem výroby
 - linky s volným taktem výroby
- **množství montovaných typů na lince:**
 - jednopředmětové
 - víceřadové
- **způsobu prostorového uspořádání:**
 - jednoduché linky
 - rozvětvené linky [16]

Uspořádání montážních linek dle prostoru

Základní prostorové uspořádání jednoduchých a rozvětvených montážních linek lze doplnit o další členění a rozdělit je podle: [16]

- **obsazení stran montážní linky:**
 - jednostranné linky
 - oboustranné linky
- **směru pohybu linky:**
 - jednosměrné linky
 - obousměrné linky
- **polohy montážních pracovišť k lince:**
 - boční postavení
 - čelní postavení [16]

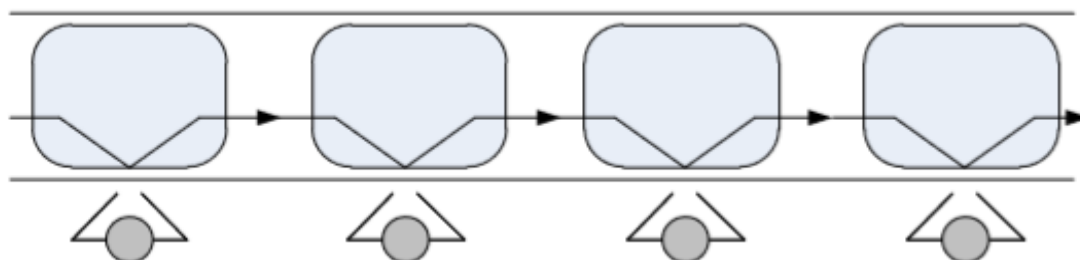
Montážní linky, které mají boční postavení pracovišť, poskytují lepší možnosti při využití montážních strojů, rozměrných forem a přípravků při montáži. Každý operátor má v tomto uspořádání jasně ohraničené a přehledné pracoviště.

Montážní linky, které mají čelní postavení pracovišť, mají většinou nižší nároky na velikost pracovního prostoru a umožňují při manipulaci používat obě ruce. Nevýhodou však bývá, že lze na těchto pracovištích užívat pouze malé přípravky a ručně ovládané pracovní prostředky.

Montážní linky, které mají oboustranné uspořádání, významně šetří prostor, naproti tomu u montážních linek jednostranného uspořádání je nárok na prostor výrazně větší a velmi často jsou tvořeny dlouhými dráhami dopravníku.

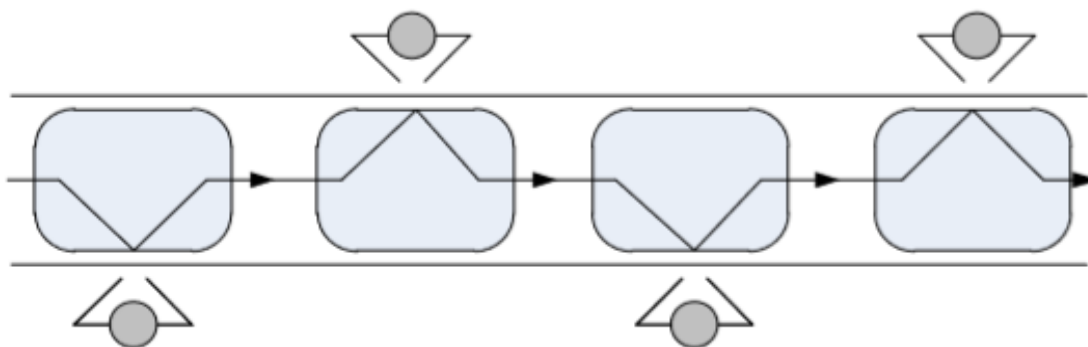
Na následujících obrázcích (12-17) jsou schématicky znázorněny různé možnosti a kombinace uspořádání popisovaných druhů montážních linek. [16]

Obrázek 12: Schéma jednostranné jednosměrné montážní linky



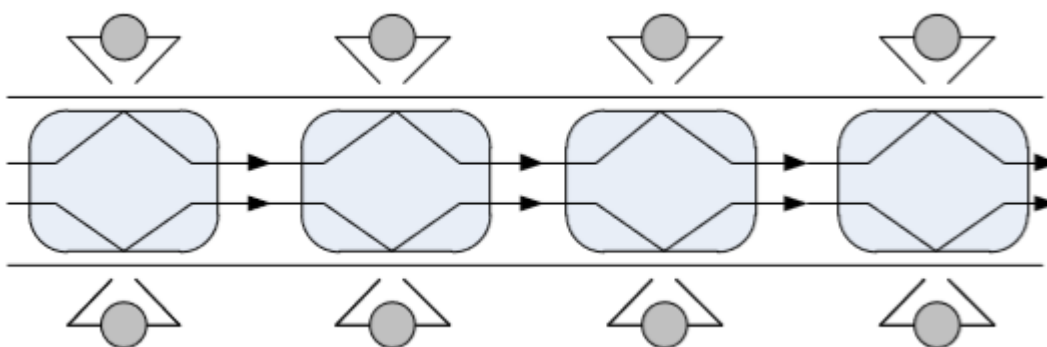
Zdroj: [19]

Obrázek 13: Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky



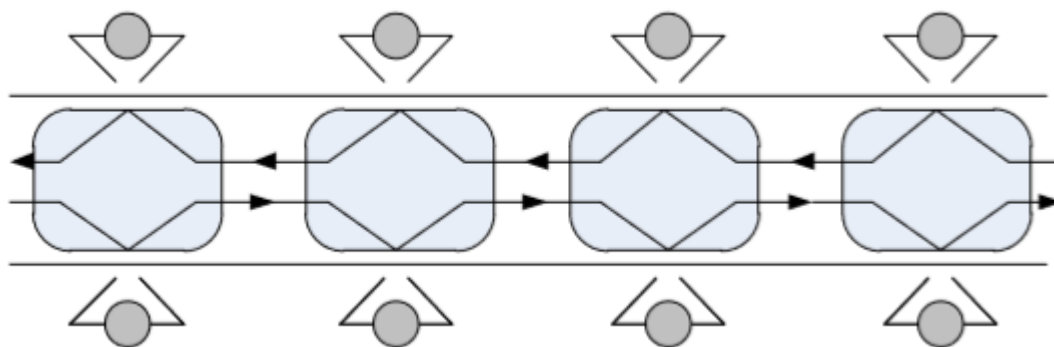
Zdroj: [19]

Obrázek 14: Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky



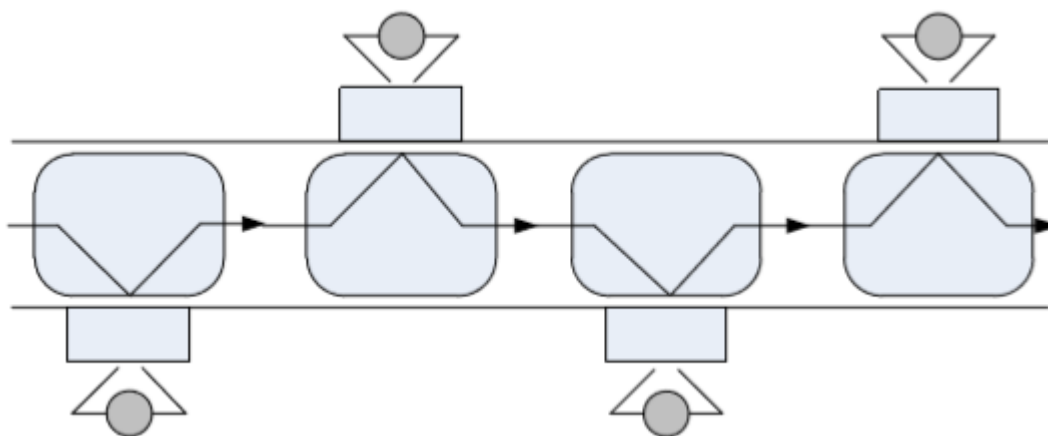
Zdroj: [19]

Obrázek 15: Schéma oboustranné obousměrné montážní linky



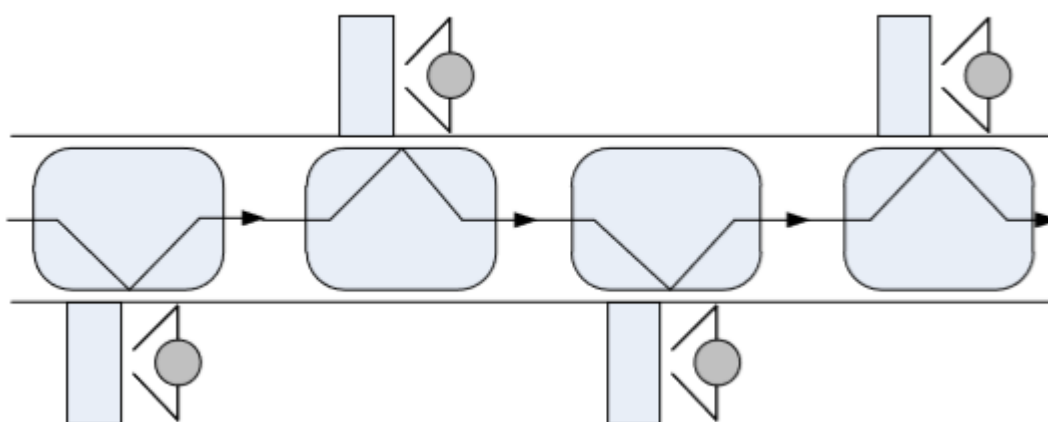
Zdroj: [19]

Obrázek 16: Schéma montážní linky s čelními montážními pracovišti



Zdroj: [19]

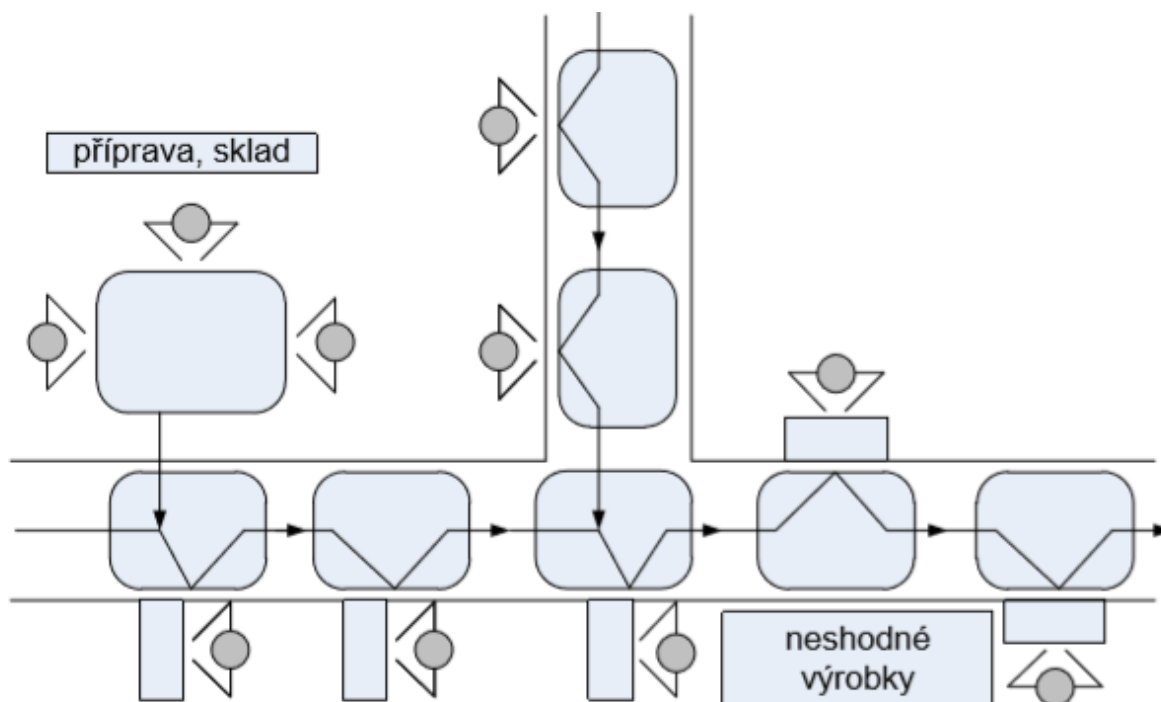
Obrázek 17: Schéma montážní linky s bočními montážními pracovišti



Zdroj: [19]

Uspořádání rozvětvených montážních linek bývá velmi často obtížné především z prostorového hlediska. Tyto druhy montážních linek jsou poměrně citlivé na poruchy a také se velmi těžko přizpůsobují změně výrobního programu. Z těchto důvodů jsou používány tyto linky převážně v hromadné výrobě, kde se vyrábí pouze o jeden typ výrobku s velmi vysokým objemem produkce. Naopak více předmětové linky jsou mnohem přizpůsobivější pro náhle změny ve výrobním programu. [16]

Obrázek 18: Schéma rozvětvené montážní linky



Zdroj: [19]

Ergonomie

Tento pojem vznikl ze dvou řeckých slov *ergon* – práce a *nomos* – zákon.

Je to tedy vědní obor, který komplexním způsobem řeší postavení člověka (pracovníka) v daném prostředí, ať už je myšleno pracovní nebo mimopracovní oblast. Ergonomie posuzuje, zkoumá a hledá řešení pro optimální konání člověka.

Hlavně v pracovní sféře je velice důležité pracovníkům vytvořit takové podmínky, aby jim umožnily vykonávat danou činnost s co nejmenší fyzickou a psychickou zátěží.

Patří sem cokoli, co ovlivňuje zdravotní stav člověka a jeho výkon. Například osvětlení, vůně, hluk, prašnost, záření, vibrace, teplota, barvy, pracovní vytížení, hmotnost dílů a nástrojů, rozměry jak pracovního nástroje (stroje) tak výrobku, pohyby pracovníka, hygiena, bezpečnost práce atd.

Při projektování pracovišť již musíme počítat s určitou pracovní polohou obsluhy. Nejčastější pracovní pozice je buď sed, nebo stoj. [15], [23]

Výhody sedu:

- menší energetická náročnost
- přesnější pohyby
- méně zatížené nohy
- větší možnost soustředění
- více odpočinku v mezi čase [15], [23]

Výhody stoje:

- časté střídání poloh
- větší dosah pracovníka
- větší síla
- snížení ospalosti
- v případě problému možnost úniku
- možnost střídání pracovišť [15], [23]

Cíle ergonomie

- **Ochrana fyzického a psychického zdraví člověka**

Vyloučení či omezení nepatřičných poloh a pohybů těla, omezení manipulace s těžkými a rozměrnými břemeny. [15], [23]

- **Bezpečnost práce**

Odstranění rušivých či únavových faktorů např. teplota, intenzita světla, vibrace, hluk atd. Díky těmto podnětům může vzniknout nepozornost a tím se zvyšuje riziko úrazů. Tomu lze zamezit úpravou daných podnětů, popřípadě nainstalovat určité automatické prvky jako např. světelné závory či pohybové senzory. [15], [23]

- **Zvýšení efektivity práce**

Vyloučení zbytečných činností a snížení zátěže. Díky tomu můžeme zefektivnit a zrychlit proces. [15], [23]

- **Profesní a osobní růst**

Zlepšováním pracovních podmínek dosáhneme lepší motivace pracovníka, rotací pracovníků na pracovištích zajistíme jejich zastupitelnost a rozvoj jejich celkové zručnosti, také tím umožníme změnu ve stále opakujících se pohybech pracovníka. [15], [23]

Přínosy ergonomie

- úbytek nemocí z povolání
- úbytek pracovníků na nemocenské
- nárůst efektivity práce
- zlepšení kvality práce
- spokojenost pracovníků
- snížení nákladů
- lepší bezpečnost práce [15], [23]

Základní pravidla ergonomie

- vždy stát čelem k práci
- stát v optimální vzdálenosti
- veškeré úkony mít ve své blízkosti
- vyhýbat se pohybům nad či za úroveň ramen
- vyhýbat se extrémním polohám dále otáčení, ohýbání a natahování
- pokud máme podporu loktů tak to při přesné práci zamezuje napětí v pažích, krku a zad (horní části těla) [15], [23]

Úprava pracoviště

Nejdůležitější a nejčastější úpravy pracoviště se týkají jeho pracovní výšky a dosahu pracovníka.

Pracovní výška se nejčastěji řeší dvěma způsoby:

- Úprava pracovního stroje tak, aby si mohl pracovník nastavit výšku která mu bude při práci nejvíce vyhovovat, za tímto účelem se nejčastěji instalují buď elektrické či pneumatické nohy pracoviště. Každý pracovník je jinak vysoký, a tak není vhodné, aby mělo pracoviště možnost pouze pevně stanovené výšky bez možnosti změny. [24]
- Jako druhá možnost se používá užití plošin, která simuluje podlahu a mají možnost nastavení výšky. Tento druh řešení se používá u vyšších strojů, kde je

pravděpodobnější, že je potřeba pracovníka dostat výše a docílit tak optimální výšky pro pracovníka. [24]

Dosah pracovníka

- K vylepšení dosahu pracovníka a tím i zefektivněním celého procesu docílíme přesunutím potřebných prostředků do jeho pracovního pole, pokud nám to prostor neumožňuje, tak můžeme použít velice oblíbené dopravní pásy. Pracovník tím může ušetřit hodně kroků a tím i čas strávený nad jedním výrobkem. [24]

Uvolnění výroby

Uvolnění výroby je nedílnou součástí každé výroby, která si klade za cíl vysokou produkci a kvalitu daného produktu. Dále je uvolnění ovlivněno i normami, které daný podnik dodržuje. Uvolnění v již probíhající výrobě by mělo probíhat před každou směnou a po každé změně typu ve výrobě.

Uvolnění probíhá pomocí uvolňovacích listů, kde jsou zapsány požadované parametry, které má mít požadovaný typ produktu. Určený pracovník (seřizovač, technolog atd.) má za úkol zkontrolovat všechny předepsané parametry. Dále se k ověřování správné funkce pracoviště používá „etalon“

Etalon ve výrobě

Etalon je v hojné míře používán při uvolnění ve výrobě. Každá pracovní stanice by měla mít své etalony pro všechny vyráběné typy. Etalon je tedy jakási rozměrová (parametrová) kopie vyráběného produktu, nebo části produktu. Etalon vždy odpovídá přesnému parametru, (jenž je určen např. výkresem, zákazníkem atd.) který daná stanice měří.

Použití etalonu

Po založení etalonu a spuštění ověřovacího režimu poznáme, jestli je pracovní stanice správně nastavena. Pokud je výsledná hodnota v „toleranci“ tak můžeme pokračovat ve výrobě. Pokud se do tolerance nevejdeme tak je nutné znovu zkontrolovat nastavené parametry a mechanické části pracoviště, pokud je vše v pořádku tak můžeme převzít hodnoty etalonu tzn. nastavit tuto hodnotu jako středovou (optimální).

Tolerance

Při jakékoli výrobě dílů dochází k nepřesnostem, které způsobuje technologie výroby, dále pak vlastní procesy určené výrobny a v neposlední řadě také lidský faktor. Skutečné hodnoty se tedy od ideálních lehce odlišují. Tím, že předepíšeme určité meze na výrobku docílíme určité přesnosti.

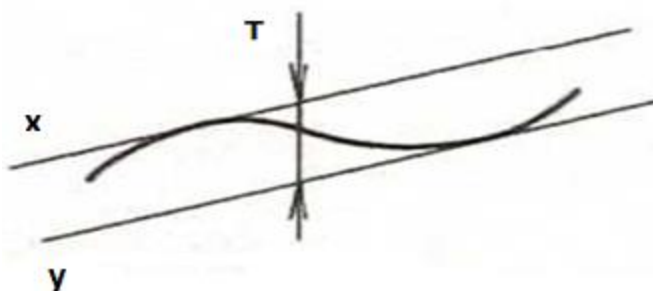
Tolerování je tedy stanovení určitých mezí. Toleranční pole jsou dvě na sebe rovnoběžné přímky

(roviny, kružnice, křivky atd.) v určité vzdálenosti T . Daná součást je v toleranci, pokud se její hodnotové hranice nachází v daném rozpětí hodnoty T , nebo se jí dotýká, ale nesmí tuto hranici překročit. To znamená, že hodnota „ T “ určuje velikost, nebo vzdálenost tolerančního pole.

Tolerance se používá nejen u rozměrů, ale i například u měření síly, napětí, úhlu atd. Princip je však všude stejný. [25], [16]

Obrázek č. 19 ukazuje toleranční pole, v kterém je daná hodnota ještě akceptovatelná tzn. naměřená hodnota se vešla do tolerančních hodnot T což je vzdálenost mezi osami x a y .

Obrázek 19 : Toleranční pole s akceptovatelnou hodnotou



Zdroj: [16]

SMED

SMED je z anglického „*Single minute Exchange of dies*“, volně přeloženo jako výměna nástroje během minuty.

Tato metoda je jednou z mnoha technik štíhlé výroby, využívá se ke zkrácení časů při přetypování výrobních zařízení. [26], [27]

Kdy se metoda SMED používá

Výrobní a montážní linky mají většinou určený čas na výrobu jednotlivých typů součástek nebo výrobků. Při přetypování na jiný typ výrobku je zapotřebí jednotlivé stanice přenastavit (seřízení stroje, přenastavení řídicího softwaru, změna forem, změna nástrojů, výměna celých stanovišť, výměna stávajícího materiálu za nový, ověření funkčnosti atd.). Metoda SMED se zabývá právě touto fází, při které přeseřizujeme na jiný typ výrobku. Tato metoda se používá nejčastěji v hromadné a sériové výrobě, kde se mění výrobní dávky a typy výrobku. [26], [27]

Postup metody SMED

Postup změny vyplývá z důkladné analýzy přeseřizování a ta se nejlépe provádí sledováním přímo ve výrobě. Cílem je odhalit důvody dlouhého času přeseřizování. Zkrácení těchto časů můžeme dosáhnout změnou technologií, pracovními pomůckami, změnou nastavení, technickými úpravami

pracoviště, změnou organizace práce, standardizací postupu, tréninkem pracovníků, změnou počtu zúčastněných pracovníků, přesunutím určitých operací do období před zahájením samotného přeseřízení (řádná příprava) atd. [26], [27], [28]

Postup metody SMED:

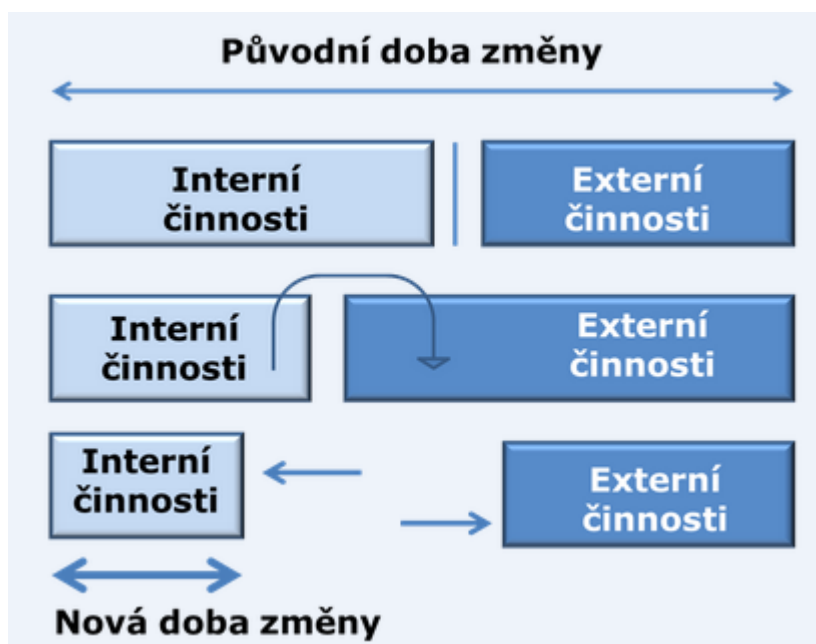
- analýza stávající situace
- návrhy na odstranění problémových míst
- vytvoření nových postupů
- vyzkoušení nových postupů
- vyhodnocení všech nových postupů
- zavedení nejlepšího nového postupu do praxe [26], [27], [28]

Snížení časové náročnosti přeseřízení

Při omezování množství času na přeseřízení se užívá následující principy:

1. Rozdělení prací, které se musí udělat při samotném přeseřízení (**interní přeseřízení**) a na práce, které lze vykonat během normálního provozu (**externí přeseřízení**), zde jde o přípravné práce. Ale je zajímavé, že velké množství těchto prací se odehrává až při zastavení výroby a tím samozřejmě naprosto zbytečně prodlužují samotný proces přeseřízení.
2. Snížení interního času seřízení docílíme tím, že se dané operace snažíme dělat externě tedy ještě za normálního provozu před samotným přeseřením. (příprava pracoviště, zjednodušení upevnění přípravků a forem, příprava potřebných nástrojů, přemístění nových pracovišť atd.).
3. Vylepšení jak interního, tak externího času přeseřízení. Klíčem k tomuto zlepšení je především v organizaci práce a tréninku pracovníků. [27]

Obrázek 20: Časová osa interního a externího přeseřízení

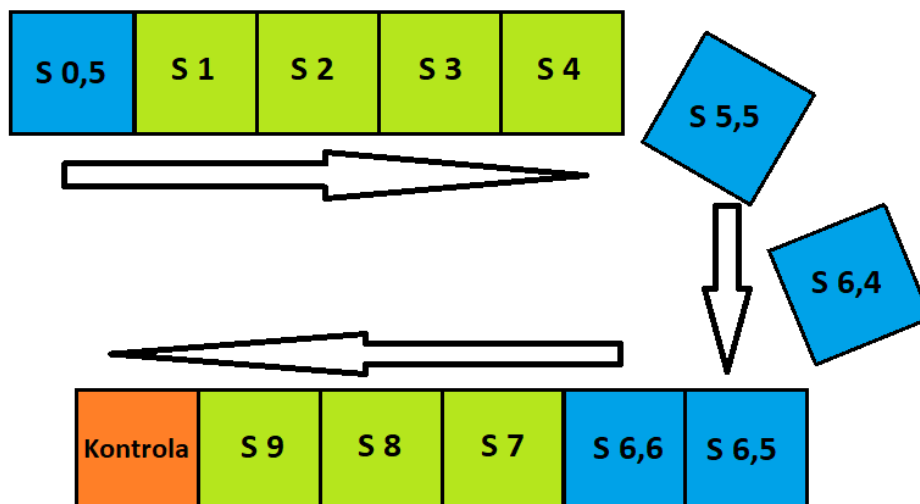


Zdroj: [27]

Cíle metody SMED

Je získání té části kapacity výroby, o kterou přicházíme zdlouhavým přeseřizem. Aplikací metody SMED zajistíme rychlejší přechod od jednoho typu k druhému, a to nám umožní výrobu v menších dávkách. Výroba v menších dávkách umožňuje mnohem vyšší flexibilitu výroby a také tím docílíme zmenšení skladových zásob rozpracované výroby, díky tomu můžeme zvednout výrobní kapacitu dané linky. [28]

Obrázek 22: Obrázek 2: Původní layout pro typ B



Zdroj: vlastní

Na obrázku č. 22 zelená stanoviště představují původní stroje a modrá představují nově přivezené stroje.

Popis činnosti seřizovače při přeseřzení

Seřizovač si přiveze stroj, zapne jej do sítě a čeká na oživení stroje. Poté začne přeseřizovat, ze stroje vyjme materiál předchozího vyráběného dílu, odnese jej do supermarketu, kde hledá kam jej správně uložit. Následně hledá správné pozice s novými díly, které přinese nazpět do stroje. Pak nejdříve hledá potřebné výměnné manipulační přípravky a nářadí které potřebuje k jeho výměně, poté provede výměnu přípravků, a nakonec zkontroluje parametry a uvolňuje stroj „etalonem“. A takto pokračuje i na ostatních stanovištích.

Při přeseřzení je nutno manipulovat se stroji a ani k této manipulaci není definovaný standardní postup. Nepoužívané stroje jsou umístěny na takzvaném „parkovišti“, odkud jsou během přeseřzení vyměňovány se stroji v lince. Během přeseřzení se přidává pět stanovišť a dvě se odvázejí pryč.

Analýza původního stavu

Už z tohoto popisu je naprosto zřejmé, že v původním stavu je mnoho ztrátového času. Pracovník po zapnutí stroje čeká, než naběhne systém. Dále si nepřipravil potřebné nářadí, přípravky, nepřivezl si z parkoviště potřebná stanoviště ještě před samotným přeseřzením a nemá 100% znalosti ohledně pozic materiálu v supermarketu.

Pro analýzu bylo potřeba přesně si zajistit vstupní informace, tedy časy přeseřzení jednotlivých stanovišť, časy převážení strojů z parkoviště, časy výměny materiálů a časy přecházení. Bylo tedy nutné použít stopky a jeden pohyb za druhým časově orámovat. Všechny stanoviště si

samostatně přeseřít a změřit čas, přemístit stroje z parkoviště do pracovních pozic a změřit čas a také změřit i výměnu materiálu. Dále si určit posloupnost úkonů, a to zejména těch, které by měli být vykonávány před zahájením samotného přeseřzení, abychom zbytečně neplýtvali výrobní kapacitou linky.

Jeden z největších problémů, který se objevil během mapování procesu, byla výměna materiálu v lince při přeseřzení. Čas na výměnu materiálu byl neúměrně vysoký, a to díky tomu, že výměnu nedělal proškolený zásobovač, ale pracovník, který přeseřizoval, a který nevěděl, kde přesně požadovaný materiál v supermarketu hledat a kam založit materiál nepotřebný.

Tabulka 1: Časová analýza původního stavu

Úkon	Čas v sec.	
přivezení S 0,5	60	
zapnutí, naběhnutí a uvolnění S 0,5	210	
přeseřzení a uvolnění S 1	175	
přeseřzení a uvolnění S 2	200	
přeseřzení a uvolnění S 3	185	
přeseřzení a uvolnění S 4	65	
odvoz S 5 a přivezení S 5,5	135	
zapnutí, naběhnutí a uvolnění S 5,5	240	
odvoz S 6 a přivezení S 6,4	135	
zapnutí, naběhnutí a uvolnění S 6,4	240	
přeseřzení a uvolnění S 7	125	
přeseřzení a uvolnění S 8	600	
přeseřzení a uvolnění S 9	450	
hledání potřebného nářadí a přípravků	320	
materiál S 0,5	100	
materiál S 1	90	
materiál S 2	90	
materiál S 3	150	
materiál S 4	180	
materiál S 5,5	90	
materiál S 6,4	150	
materiál S 6,5	120	
materiál S 7	90	
hledání materiálu	485	
Celkový čas	4685	78 minut

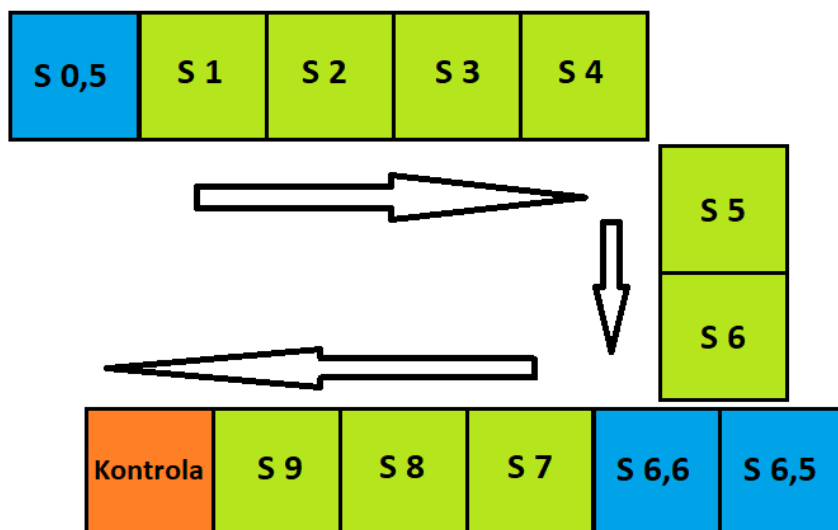
Zdroj: vlastní

Řešení

Nejdříve jsem musel od sebe oddělit činnosti, které lze vykonávat před zahájením samotného přeseřzení (externí činnosti) a činnosti, které mohou probíhat až po ukončení stávající výroby (interní činnosti). Už při rozdělování těchto činností jsem narazil na některé problémy, které bylo třeba vyřešit. Jako například přivážení stanovišť, tam jsem proces zrychlil tím, že jsem stanoviště, která nenahrazovala jiné přidal do linky natrvalo aniž bych pracovníkům (operátorům) v lince znemožnil, nebo ztížil práci při výrobě typu **A** viz. Obrázek 23. Tím jsem seřizovači dal možnost si tyto stanoviště připravit dopředu. To znamená, že jsem změnil určitý proces z interního času na externí. To mi umožnila snížit čas přeseřzení a posunulo mě to blíže k tíženému cíli.

Na obrázku č. 23 vidíme, že výroba probíhá na zelených stanovištích, zatímco modrá stanoviště jsou již připravena pro typ B a žádným způsobem nepřekážejí ve výrobě typu A

Obrázek 23: Nový layout pro typ A



Zdroj: vlastní

Externí činnosti – příprava náradí, příprava přípravků, přivezení určitých stanovišť, aktivace určitých stanovišť a jejich ověření etalonem

Interní činnosti – spuštění vyměněných stanovišť, výměna všech potřebných přípravků, změna programu, kontrola parametrů, ověření správné funkčnosti etalonem, výměna materiálu

Nápravná opatření

- Rozdělení činností na interní a externí.
- Určitá stanoviště (S 0,5; S 6,5; S 6,6) byla zakomponována na stálo do výrobní linky pro typ A tak, aby nepřekážela při výrobě tohoto typu.

- V jednotlivých variantách budu využívat více pracovníků pro rychlejší zvládnutí celého procesu.

Varianta 1

Přeseřízení provádí 1 seřizovač.

Následuje popis kroků na jednotlivých stanovištích:

1. **Výměna S 5 za S 5,5** – vypojit stroj S 5 ze sítě, odvést jej na parkoviště, na parkovišti vyzvednout stroj S 5,5, umístit jej do požadované pozice, připojit do sítě.
2. **Výměna S 6 za S 6,4** – vypojit stroj S 6 ze sítě, odvést jej na parkoviště, na parkovišti vyzvednout stroj S 6,4, umístit jej do požadované pozice, připojit do sítě.
3. **Přeseřízení S 0,5** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, probíhá před samotným přeseřením (externí čas).
4. **Přeseřízení S 1** – tento stroj se musí přeseřít tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout přítlačný trn a vyjmout lisovací a manipulační přípravek, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
5. **Přeseřízení S 2** – tento stroj se musí přeseřít tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout manipulační přípravky, vyjmout přítlačný přípravek a vyjmout kontrolní tvarové přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
6. **Přeseřízení S 3** – tento stroj se musí přeseřít tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout vyvážecí a tvarové přípravky, vyjmout manipulační přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími přípravky pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
7. **Přeseřízení S 4** – tento stroj se musí přeseřít tzn. vyjmout zakládací přípravek a nahradit jej přípravkem pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
8. **Přeseřízení S 5,5** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, jelikož byl již vyměněn za S 5.
9. **Přeseřízení S 6,4** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, jelikož byl již vyměněn za S 6.
10. **Přeseřízení S 6,5** – zde stačí uvolnit pracoviště, probíhá před samotným přeseřením (externí čas).
11. **Přeseřízení S 6,6** – zde stačí uvolnit pracoviště, probíhá před samotným přeseřením (externí čas).
12. **Přeseřízení S 7** – tento stroj se musí přeseřít tzn. vyjmout zakládací přípravek, vyjmout manipulační přípravek, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

13. **Přeseřzení S 8** – tento stroj se musí přeseřdit tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout přítlačný přípravek, vyjmout přítlačné desky a vyjmout kontrolní přípravek tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

14. **Přeseřzení S 9** – tento stroj se musí přeseřdit tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout manipulační přípravky, vyjmout vyvážecí přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

Výměna materiálů

Materiál S 0,5 (externí čas)

- Do linky bude dovezen materiál b1 z pozice v supermarketu B1
- Do linky bude dovezen materiál b2 z pozice v supermarketu B2

Materiál S 1

- Z linky bude odvezen materiál a1 do supermarketu na pozici A1
- Z linky bude odvezen materiál a2 do supermarketu na pozici A2
- Do linky bude dovezen materiál b3 z pozice v supermarketu B3

Materiál S 2

- Z linky bude odvezen materiál a3 do supermarketu na pozici A3
- Do linky bude dovezen materiál b4 z pozice v supermarketu B4
- Do linky bude dovezen materiál b5 z pozice v supermarketu B5

Materiál S 3

- Z linky bude odvezen materiál a4 do supermarketu na pozici A4
- Do linky bude dovezen materiál b6 z pozice v supermarketu B6

Materiál S 4

- Z linky bude odvezen materiál a5 do supermarketu na pozici A5
- Z linky bude odvezen materiál a6 do supermarketu na pozici A6
- Do linky bude dovezen materiál b7 z pozice v supermarketu B7
- Do linky bude dovezen materiál b8 z pozice v supermarketu B8

Materiál S 5,5

- Do linky bude dovezen materiál b9 z pozice v supermarketu B9
- Do linky bude dovezen materiál b10 z pozice v supermarketu B10

Materiál S 6,4

- Do linky bude dovezen materiál b11 z pozice v supermarketu B11
- Do linky bude dovezen materiál b12 z pozice v supermarketu B12
- Do linky bude dovezen materiál b13 z pozice v supermarketu B13

Materiál S 7

- Z linky bude odvezen materiál a7 do supermarketu na pozici A7
- Do linky bude dovezen materiál b14 z pozice v supermarketu B14

Tabulka 2: Časová analýza pro variantu 1

Úkon	Čas v sec.	
odvezení S 5, přivezení S 5,5 + zapnutí	135	
odvezení S 6, přivezení S 6,4 + zapnutí	135	
přeseřzení a uvolnění S 1	175	
přeseřzení a uvolnění S 2	200	
přeseřzení a uvolnění S 3	185	
přeseřzení a uvolnění S 4	65	
uvolnění S 5,5	60	
uvolnění S 6,4	60	
přeseřzení a uvolnění S 7	125	
přeseřzení a uvolnění S 8	600	
přeseřzení a uvolnění S 9	450	
materiál S 1	90	
materiál S 2	90	
materiál S 3	150	
materiál S 4	180	
materiál S 5,5	90	
materiál S 6,4	150	
materiál S 7	90	
hledání materiálu	485	
Cellkový čas	3515	58,5 minut

Zdroj: vlastní

Z časové analýzy vyšlo, že pokud by linku přeseřizoval jeden pracovník přesně podle nově vytvořeného standardu a celé přeseřzení by proběhlo bez jediného technického problému, tak by potřeboval na toto přeseřzení 3515 sec. (56 min.).

Už po zavedení standardu pro jednoho pracovníka se čas přeseřzení zkracuje o 22 minut.

Varianta 2

Přeseřízení provádí 1 seřizovači a 1 zásobovač.

Následuje popis kroků jednotlivých seřizovačů na jednotlivých stanovištích:

Pracovník č. 1, seřizovač:

1. **Výměna S 5 za S 5,5** – vypojit stroj S 5 ze sítě, odvést jej na parkoviště, na parkovišti vyzvednout stroj S 5,5, umístit jej do požadované pozice, připojit do sítě. Pro lepší manipulaci se strojem mu při přemístění pomáhá pracovník č.2.
2. **Výměna S 6 za S 6,4** – vypojit stroj S 6 ze sítě, odvést jej na parkoviště, na parkovišti vyzvednout stroj S 6,4, umístit jej do požadované pozice, připojit do sítě. Pro lepší manipulaci se strojem mu při přemístění pomáhá pracovník č.2.
3. **Přeseřízení S 0,5** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, probíhá před samotným přeseřízením (externí čas).
4. **Přeseřízení S 1** – tento stroj se musí přeseřídít tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout přítlačný trn a vyjmout lisovací a manipulační přípravek, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
5. **Přeseřízení S 2** – tento stroj se musí přeseřídít tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout manipulační přípravky, vyjmout přítlačný přípravek a vyjmout kontrolní tvarové přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
6. **Přeseřízení S 3** – tento stroj se musí přeseřídít tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout vyvážecí a tvarové přípravky, vyjmout manipulační přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími přípravky pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
7. **Přeseřízení S 4** – tento stroj se musí přeseřídít tzn. vyjmout zakládací přípravek a nahradit jej přípravek pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
8. **Přeseřízení S 5,5** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, jelikož byl již vyměněn za S 5.
9. **Přeseřízení S 6,4** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, jelikož byl již vyměněn za S 6.
10. **Přeseřízení S 6,5** – zde stačí uvolnit pracoviště, probíhá před samotným přeseřízením (externí čas).
11. **Přeseřízení S 6,6** – zde stačí uvolnit pracoviště, probíhá před samotným přeseřízením (externí čas).

12. **Přeseřizování S 7** – tento stroj se musí přeseřizovat tzn. vyjmout základní přípravek, vyjmout manipulační přípravek, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

13. **Přeseřizování S 8** – tento stroj se musí přeseřizovat tzn. vyjmout základní přípravky, vyjmout přítlačný přípravek, vyjmout přítlačné desky a vyjmout kontrolní přípravek tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

14. **Přeseřizování S 9** – tento stroj se musí přeseřizovat tzn. vyjmout základní přípravky, vyjmout manipulační přípravky, vyjmout vyvážecí přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

Pracovník č. 2, zásobovač:

1. **Výměna S 5 za S 5,5** – pomoc s odvážením a přivážením stanovišť.
2. **Výměna S 6 za S 6,4** – pomoc s odvážením a přivážením stanovišť.

Výměna materiálu

Materiál S 0,5 (externí čas)

- Do linky bude dovezen materiál b1 z pozice v supermarketu B1
- Do linky bude dovezen materiál b2 z pozice v supermarketu B2

Materiál S 1

- Z linky bude odvezen materiál a1 do supermarketu na pozici A1
- Z linky bude odvezen materiál a2 do supermarketu na pozici A2
- Do linky bude dovezen materiál b3 z pozice v supermarketu B3

Materiál S 2

- Z linky bude odvezen materiál a3 do supermarketu na pozici A3
- Do linky bude dovezen materiál b4 z pozice v supermarketu B4
- Do linky bude dovezen materiál b5 z pozice v supermarketu B5

Materiál S 3

- Z linky bude odvezen materiál a4 do supermarketu na pozici A4
- Do linky bude dovezen materiál b6 z pozice v supermarketu B6

Materiál S 4

- Z linky bude odvezen materiál a5 do supermarketu na pozici A5

- Z linky bude odvezen materiál a6 do supermarketu na pozici A6
- Do linky bude dovezen materiál b7 z pozice v supermarketu B7
- Do linky bude dovezen materiál b8 z pozice v supermarketu B8

Materiál S 5,5

- Do linky bude dovezen materiál b9 z pozice v supermarketu B9
- Do linky bude dovezen materiál b10 z pozice v supermarketu B10

Materiál S 6,4

- Do linky bude dovezen materiál b11 z pozice v supermarketu B11
- Do linky bude dovezen materiál b12 z pozice v supermarketu B12
- Do linky bude dovezen materiál b13 z pozice v supermarketu B13

Materiál S 7

- Z linky bude odvezen materiál a7 do supermarketu na pozici A7
- Do linky bude dovezen materiál b14 z pozice v supermarketu B14

Tabulka 3: Časová analýza pro variantu 2. pracovník č.1

Pracovník 1		
Úkon	Čas v sec.	
odvezení S 5, přivezení S 5,5 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
odvezení S 6, přivezení S 6,4 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
přeseřízení a uvolnění S 1	175	
přeseřízení a uvolnění S 2	200	
přeseřízení a uvolnění S 3	185	
přeseřízení a uvolnění S 4	65	
uvolnění S 5,5	60	
uvolnění S 6,4	60	
přeseřízení a uvolnění S 7	125	
přeseřízení a uvolnění S 8	600	
přeseřízení a uvolnění S 9	450	
celkový čas	2120	35,3 minuty

Zdroj: vlastní

Tabulka 4: Časová analýza pro variantu 2. pracovník č.2

Zásobovač		
Úkon	čas v sec.	
odvezení S 5, přivezení S 5,5 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
odvezení S 6, přivezení S 6,4 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
materiál S 1	90	
materiál S 2	90	
materiál S 3	150	
materiál S 4	180	
materiál S 5,5	90	
materiál S 6,4	150	
materiál S 7	90	
Celkový čas	1040	17,3 minuty

Zdroj: vlastní

Z časové analýzy vyšlo, že pokud by linku přeseřizovali dva pracovníci přesně podle nově vytvořeného standardu a celé přeseřizování by proběhlo bez jediného technického problému, tak by potřebovali na toto přeseřizování 2120 sec. (36 min.) Tato varianta už vypadá velice slibně, ale je zde ještě prostor pro zlepšení.

Po zavedení standardu pro dva pracovníky se čas přeseřizování zkracuje o 42 minut.

Varianta 3

Přeseřizování provádí 2 seřizovači a jeden zásobovač.

Následuje popis kroků jednotlivých seřizovačů a zásobovače na jednotlivých stanovištích:

Pracovník č. 1, seřizovač:

- Přeseřizování S 1** – tento stroj se musí přeseřidit tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout přítlačný trn a vyjmout lisovací a manipulační přípravek, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
- Přeseřizování S 2** – tento stroj se musí přeseřidit tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout manipulační přípravky, vyjmout přítlačný přípravek a vyjmout kontrolní tvarové přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
- Přeseřizování S 3** – tento stroj se musí přeseřidit tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout vyvážecí a tvarové přípravky, vyjmout manipulační přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími přípravky pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

4. **Přeseřizení S 4** – tento stroj se musí přeseřidit tzn. vyjmout zakládací přípravek a nahradit jej přípravkem pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
5. **Přeseřizení S 5,5** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, jelikož byl již vyměněn za S 5
6. **Přeseřizení S 9** – tento stroj se musí přeseřidit tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout manipulační přípravky, vyjmout vyvážecí přípravky, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

Pracovník č. 2, seřizovač:

1. **Výměna S 5 za S 5,5** – vypojit stroj S 5 ze sítě, odvést jej na parkoviště, na parkovišti vyzvednout stroj S 5,5, umístit jej do požadované pozice, připojit do sítě. Pro lepší manipulaci se strojem mu při přemístění pomáhá pracovník č.3
2. **Výměna S 6 za S 6,4** – vypojit stroj S 6 ze sítě, odvést jej na parkoviště, na parkovišti vyzvednout stroj S 6,4, umístit jej do požadované pozice, připojit do sítě. Pro lepší manipulaci se strojem mu při přemístění pomáhá pracovník č.3
3. **Přeseřizení S 0,5** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, probíhá před samotným přeseřizením (externí čas)
4. **Přeseřizení S 6,4** – zde dochází pouze k uvolnění stroje, jelikož byl již vyměněn za S 6
5. **Přeseřizení S 6,5** – zde stačí uvolnit pracoviště, probíhá před samotným přeseřizením (externí čas)
6. **Přeseřizení S 6,6** – zde stačí uvolnit pracoviště, probíhá před samotným přeseřizením (externí čas)
7. **Přeseřizení S 7** – tento stroj se musí přeseřidit tzn. vyjmout zakládací přípravek, vyjmout manipulační přípravek, tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.
8. **Přeseřizení S 8** – tento stroj se musí přeseřidit tzn. vyjmout zakládací přípravky, vyjmout přítlačný přípravek, vyjmout přítlačné desky a vyjmout kontrolní přípravek tyto přípravky nahradit odpovídajícími pro projekt **B**, poté změnit program a uvolnit.

Pracovník č. 3, zásobovač:

3. **Výměna S 5 za S 5,5** – pomoc seřizovači 2 s odvážením a přivážením stanovišť
4. **Výměna S 6 za S 6,4** – pomoc seřizovači 2 s odvážením a přivážením stanovišť

Výměna materiálu

Materiál S 0,5 (externí čas)

- Do linky bude dovezen materiál b1 z pozice v supermarketu B1
- Do linky bude dovezen materiál b2 z pozice v supermarketu B2

Materiál S 1

- Z linky bude odvezen materiál a1 do supermarketu na pozici A1
- Z linky bude odvezen materiál a2 do supermarketu na pozici A2
- Do linky bude dovezen materiál b3 z pozice v supermarketu B3

Materiál S 2

- Z linky bude odvezen materiál a3 do supermarketu na pozici A3
- Do linky bude dovezen materiál b4 z pozice v supermarketu B4
- Do linky bude dovezen materiál b5 z pozice v supermarketu B5

Materiál S 3

- Z linky bude odvezen materiál a4 do supermarketu na pozici A4
- Do linky bude dovezen materiál b6 z pozice v supermarketu B6

Materiál S 4

- Z linky bude odvezen materiál a5 do supermarketu na pozici A5
- Z linky bude odvezen materiál a6 do supermarketu na pozici A6
- Do linky bude dovezen materiál b7 z pozice v supermarketu B7
- Do linky bude dovezen materiál b8 z pozice v supermarketu B8

Materiál S 5,5

- Do linky bude dovezen materiál b9 z pozice v supermarketu B9
- Do linky bude dovezen materiál b10 z pozice v supermarketu B10

Materiál S 6,4

- Do linky bude dovezen materiál b11 z pozice v supermarketu B11
- Do linky bude dovezen materiál b12 z pozice v supermarketu B12
- Do linky bude dovezen materiál b13 z pozice v supermarketu B13

Materiál S 7

- Z linky bude odvezen materiál a7 do supermarketu na pozici A7
- Do linky bude dovezen materiál b14 z pozice v supermarketu B14

Tabulka 5: Časová analýza pro variantu 3. pracovník č.1

Pracovník 1		
Úkon	Čas v sec.	
přeseřízení a uvolnění S 1	175	
přeseřízení a uvolnění S 2	200	
přeseřízení a uvolnění S 3	185	
přeseřízení a uvolnění S 4	65	
přeseřízení a uvolnění S 9	450	
Celkový čas	1075	18 minut

Zdroj: vlastní

Tabulka 6: Časová analýza pro variantu 3. pracovník č.2

Pracovník 2		
Úkon	Čas v sec.	
odvezení S 5, přivezení S 5,5 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
odvezení S 6, přivezení S 6,4 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
uvolnění S 5,5	60	
uvolnění S 6,4	60	
přeseřízení a uvolnění S 7	125	
přeseřízení a uvolnění S 8	600	
Celkový čas	1045	17,4 minuty

Zdroj: vlastní

Tabulka 7: Časová analýza pro variantu 3. pracovník č.3

Zásobovač		
Úkon	čas v sec.	
odvezení S 5, přivezení S 5,5 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
odvezení S 6, přivezení S 6,4 + zapnutí, pomáhá zásobovač	100	
materiál S 1	90	
materiál S 2	90	
materiál S 3	150	
materiál S 4	180	
materiál S 5,5	90	
materiál S 6,4	150	
materiál S 7	90	
Celkový čas	1040	17,3 minuty

Zdroj: vlastní

Z časové analýzy vyšlo, že pokud by linku přeseřizovali tři pracovníci přesně podle nově vytvořeného standardu a celé přeseřizení by proběhlo bez jediného technického problému, tak by potřebovali na toto přeseřizení 1075 sec. (18 min.) A tím jsme splnili zadaný cíl pro tuto práci.

Na této variantě je krásně vidět, jak mají jednotliví pracovníci správně rozdělenou práci. Jejich pracovní časy jsou téměř stejné a pracovní na sobě nejsou závislé.

Po zavedení standardu pro tři pracovníky se čas přeseřizení zkracuje dokonce o 60 minut.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo optimalizování procesu přeseřzení, který původně trval okolo 80 minut. Tento požadavek jsem zpracoval ve třech různých variantách a každá z nich dosahuje lepších výsledků, než byl původní stav. Po porovnání časových analýz jednotlivých variant jsem zjistil, že nejvhodnější varianta je číslo 3, která dosahuje dokonce lepších výsledků než ty, co byly původně stanoveny.

V teoretické části této bakalářské práce jsem se snažil vybrat témata, která mi pomohou se co nejlépe orientovat v dané problematice a tím mi umožní co nejlépe analyzovat původní stav a posléze vytvořit optimální variantu. Z tohoto pohledu mi nejvíce pomohla metoda SMED, kterou jsem se snažil docílit požadovaného výsledku.

V praktické části této bakalářské práce pro mě bylo nejproblematičtější vyřešit problém s přesunem stanic tak, aby zbytečně nezdržoval seřizovače při jeho práci. Řešení, kdy jsem zakomponoval zmíněné stanice do původní linky tak, aby nebránili či nepřekáželi operátorům při jejich činnosti se nakonec ukázalo jako velice efektivní.

Text jsem se snažil prokládat obrázky tak, aby si každý čtenář mohl jasně představit jednotlivé typy montážních linek a základní rozmístění pracovišť. Dále jsem použil tabulky s časovým rozpisem jednotlivých prací pro snadnou představu o době trvání přeseřzení jednotlivých variant.

V této práci byl podrobně popsán postup, jak docílit co nejkratšího času přeseřzení na jedné konkrétní lince. Dále je zde popsáno, které činnosti je důležité vykonat před samotným přeseřzením, aby pracovníky v průběhu procesu nezpomalovaly.

Závěrem je nutné dodat, že u činností takového rozsahu je potřeba velice důkladná analýza, aby se odhalily všechny časové prostoje, které snižují výrobní kapacitu.

Seznam použité literatury

- [1] Management Mania. *Automobilový průmysl (Automotive Industry)* [online]., © 2011-2016. [cit. 2019-02-02]. ISSN 2327-3658. Dostupný na: <https://managementmania.com/cs/automobilovy-prumysl>
- [2] ISO.cz. *ISO 9001* [online]., [cit. 2019-02-02]. Dostupný na: <http://www.iso.cz/iso-9001>
- [3] Management Mania. *VDA 6.1* [online]., © 2011-2016. [cit. 2019-02-02]. ISSN 2327-3658. Dostupný na: <https://managementmania.com/cs/vda-61>
- [4] Management Mania. *QS 9000* [online]., © 2011-2016. [cit. 2019-02-02]. ISSN 2327-3658. Dostupný na: <https://managementmania.com/cs/qs-9000>
- [5] Management Mania. *IATF 16949* [online]., © 2011-2016. [cit. 2019-02-02]. ISSN 2327-3658. Dostupný na: <https://managementmania.com/cs/iatf-16949>
- [6] Management Mania. *Kvalita (jakost)* [online]., © 2011-2016. [cit. 2019-02-02]. ISSN 2327-3658. Dostupný na: <https://managementmania.com/cs/kvalita-jakost>
- [7] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. [online]., Ostrava: VŠB-TUO, © 2007, [cit. 2019-02-02]. Dostupný na: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>
- [8] SSSTAVJI. *Klempířská technologie 2*. [online]., ©2010-01-19, [cit. 2019-02-20]. Dostupné na: <https://www.ssstavji.cz/klempirska-technologie-2/d-4193>
- [9] SSSTAVJI. *Technologie výroby plechových dílů*. [online]., ©2013, [cit. 2019-02-20]. Dostupné na: https://www.ssstavji.cz/assets/File.ashx?id_org=400032&id_dokumenty=4195
- [10] SOUKUPOVÁ, V., STRACHOTOVÁ, D. *Podniková ekonomika*. [online]., Vyd. 1. Praha: VŠCHT 2005. [cit. 2019-03-20]. ISBN 80-7080-575-7. Dostupné na: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-575-7/pdf/080.pdf
- [11] HORVÁTH, Gejza. *Logistika výrobních procesů a systémů*. ZČU Plzeň: Fakulta strojní, 2000. ISBN 80-7082-625-8.
- [12] STROJÍRENSTVÍ STŘEDNÍ ŠKOLA. *Členění výrobních postupů*. [online]., © 2011, [cit. 2019-02-20]. Dostupné na: <http://strojirenstvi-stredni-skola.blogspot.com/2011/03/3171-cleneni-vyrobnich-postupu.html>

- [13] ELUC. *Obrábění a zpracování kovů*. [online]., © 2014 [cit. 2019-02-22]. Dostupné na: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1342>
- [14] LEŠČIŠIN, Michal, LÍBAL Vladimír a ŠPERLICH Adolf. *Organizácia a riadenie výroby*. Bratislava: Alfa, 1987, ISBN 063-577-87
- [15] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [16] PETRŮ, Jana a ČEP, Robert. *Základy montáže*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB-TUO Fakulta strojní, 2012, ISBN 978-80-248-2773-5.
- [17] ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 135 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [18] STEVENSON, W. *Production/operations management*. Homewood: Irwin 1990. ISBN 0-256-08029-1.
- [19] HOFMAN, P. *Technologie montáže*. Vyd. 1. ZČU Plzeň: Fakulta strojní, katedra technologie obrábění. ISBN 80-7082-382-8
- [20] AUTOWEB. *Příběh úspěchu: Ford a pásová výroba*. [online]., © 2011-08-10 [cit. 2019-02-22]. Dostupné na: <https://www.autoweb.cz/pribeh-uspechu-ford-a-pasova-vyroba-1910/>
- [21] **FINANČNÍCI. Henry Ford**. [online]., ©1996-2018 [cit. 2019-02-22]. Dostupné na: <http://www.financnici.cz/henry-ford>
- [22] PETRŮ, Jana a ČEP, Robert. *Týmová cvičení z předmětu montážní práce a automatizace montážních prací*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB-TUO Fakulta strojní, 2011, ISBN 978-80-248-2707-0.
- [23] KRÁL, Miroslav. *Pět kroků chronologického postupu ergonomického zkoumání a hodnocení v rámci pracovního systému*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2001. 27 s. ISBN 8023888749.
- [24] LINAK. *Ergonomie ve výrobě*. [online]., ©2016. [cit. 2019-03-05]. MA M9-02-661-A. Dostupné na: http://www.linak.cz/corporate/pdf/czech/brochure/techline_production%20ergonomics_brochure-lcz.pdf

[25] ŠKOLA AUTO. *Tolerování rozměrů, základní pojmy*. [online]., © 2017. [cit. 2019-03-06]. Dostupné na: <http://www.skola-auto.cz/wp-content/uploads/2017/09/Tolerovani-rozmeru-zakladni-pojmy.pdf>

[26] Management Mania. *Metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies)* [online]., © 2011-2016. [cit. 2019-03-02]. ISSN 2327-3658. Dostupný na: <https://managementmania.com/cs/metoda-smed>

[27] [SVĚT PRODUKTIVITY. SMED.](http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm) [online]., © 2012. [cit. 2019-03-05]. Dostupné na: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>

[28] ENPRAG. *SMED*. [online]., © 2019. [cit. 2019-03-02]. Dostupné na: <https://stihlavyroba.eu/program-rychlych-zmen-smed/s-46/>

Seznam obrázků

Obrázek 1: ISO 9001	10
Obrázek 2: VDA.....	10
Obrázek 3: QS 9000	11
Obrázek 4: IATF 16949	12
Obrázek 5: Volné uspořádání linky.....	17
Obrázek 6: Technologické uspořádání	18
Obrázek 7: Předmětné uspořádání	19
Obrázek 8:Modulární uspořádání	20
Obrázek 9: Buňkové uspořádání	20
Obrázek 10: Rozdělení montážních činností	22
Obrázek 11: Schéma montážních prvků	23
Obrázek 12: Schéma jednostranné jednosměrné montážní linky	26
Obrázek 13: Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky	26
Obrázek 14: Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky	26
Obrázek 15:Schéma oboustranné obousměrné montážní linky	27
Obrázek 16: Schéma montážní linky s čelními montážními pracovišti	27
Obrázek 17:Schéma montážní linky s bočními montážními pracovišti	27
Obrázek 18: Schéma rozvětvené montážní linky	28
Obrázek 19 : Toleranční pole s akceptovatelnou hodnotou	32
Obrázek 20: Časová osa interního a externího přeseřízení.....	34
Obrázek 21: Původní layout pro typ A	35
Obrázek 22: Obrázek 2: Původní layout pro typ B	36
Obrázek 23: Nový layout pro typ A	38

Seznam tabulek

Tabulka 1: Časová analýza původního stavu	37
Tabulka 2: Časová analýza pro variantu 1	41
Tabulka 3: Časová analýza pro variantu 2. pracovník č.1	44
Tabulka 4: Časová analýza pro variantu 2. pracovník č.2	45
Tabulka 5: Časová analýza pro variantu 3. pracovník č.1	48
Tabulka 6: Časová analýza pro variantu 3. pracovník č.2	48
Tabulka 7: Časová analýza pro variantu 3. pracovník č.3	49