



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

OPTIMALIZACE PROCESU MONTÁŽE STROJE

OPTIMIZATION OF A MACHINE ASSEMBLY PROCESS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Filip Obořil

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Bc. Filip Obořil
Studijní program:	Strojírenská technologie
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	Ing. Marek Štroner, Ph.D.
Akademický rok:	2022/23

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Optimalizace procesu montáže stroje

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem studenta je optimalizovat současný technologický postup montáže stroje ve společnosti Windmöller & Hölscher Machinery k.s. Kritéria pro výsledné uspořádání by měla být v souladu s firemním vybavením a podnikovými cíli.

Cíle diplomové práce:

Analýza současného stavu firmy.
Vytipování slabých míst montáže.
Návrh možných variant řešení.
Zhodnocení variant.
Výběr vhodných optimalizací pro podnik.

Seznam doporučené literatury:

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT - FSI, 1990. 164 s. ISBN 80-214-0068-4.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1. vyd. Brno: VUT - FSI, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.

JUROVÁ, Marie. Production management, Brno: VUT, 2006. 196 s. ISBN 80-214-2359-5.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá optimalizací montáže stroje, určeného pro potisk papírového materiálu. V úvodu je představena společnost Windmüller & Hölscher, se kterou bylo na práci spolupracováno. Teoretická část je zaměřená na metody štíhlé výroby a druhy průmyslového tisku. V praktické části jsou samotné návrhy optimalizací s využitím štíhlé výroby, úpravou montážního postupu, tvorbou návodek a úpravou rozložení montážního boxu. Navrhnuté optimalizace jsou následně zhodnoceny z finančního hlediska a případně je vypočítána návratnost investice.

Klíčová slova

montáž, štíhlá výroba, optimalizace, tisk, stroj

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the optimization of the assembly of a machine designed for printing paper material. In the introduction, the company Windmüller & Hölscher, with which the work was collaborated, is introduced. The theoretical part is focused on lean production methods and types of industrial printing. In the practical part, the design is optimized with the use of lean production, adjustment of the assembly procedure, creation of instructions and adjustment of the layout of the assembly box. The proposed optimizations are subsequently evaluated from a financial point of view and, if possible, the return on investment is calculated.

Key words

assembly, lean manufacturing, optimization, printing, machine

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

OBOŘIL, Filip. *Optimalizace procesu montáže stroje* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/149226>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marek Štroner.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Optimalizace procesu montáže stroje vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího práce.

místo, datum

jméno, příjmení

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto kolegům ze společnosti Windmöller & Hölscher a vedoucímu práce Ing. Marku Štronerovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytli při vypracování diplomové práce. Také chci poděkovat rodině a přátelům za podporu během celého vysokoškolského studia.

OBSAH

ABSTRAKT.....	4
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE.....	5
PROHLÁŠENÍ.....	6
PODĚKOVÁNÍ.....	7
ÚVOD.....	10
1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI WINDMÖLLER & HÖLSCHER.....	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	12
2.1 Štíhlá výroba.....	12
2.2 Toyota.....	13
2.3 Výrobní systém společnosti Toyota.....	13
2.3.1 Dlouhodobá filosofie.....	14
2.3.2 Správné výsledky přinese jen správný proces.....	14
2.3.3 Zvýšením kvalifikace lidí se zvyšuje hodnota organizace.....	16
2.3.4 Nepřestálé řešení podstatných problému vede k organizačnímu učení.....	16
2.4 Druhy plýtvání.....	17
2.5 Muda plýtvání.....	17
2.5.1 Vadná výroba.....	18
2.5.2 Nadměrné zpracování.....	18
2.5.3 Čekání.....	18
2.5.4 Nevyužitý talent zaměstnanců.....	18
2.5.5 Doprava.....	18
2.5.6 Zásoby.....	18
2.5.7 Pohyb.....	19
2.5.8 Nadměrná produkce.....	19
2.6 Metoda 5S.....	19
2.6.1 Vytřídit.....	20
2.6.2 Uspořádat.....	20
2.6.3 Vyčistit.....	21
2.6.4 Standardizovat.....	21
2.6.5 Udržovat.....	21
2.7 Just in Time.....	22
2.7.1 Rychlejší reakce.....	23
2.7.2 Více místa na pracovišti.....	23
2.8 Mapování hodnotových toků.....	24
2.9 Heijunka.....	25
2.10 Jidoka.....	26
2.11 Andon.....	27
2.12 Kaizen.....	29
2.12.1 Zásady systému Kaizen.....	30
2.13 Kanban.....	30
2.13.1 Pravidla kanbanu.....	31
2.13.2 Kanbanová karta.....	31

2.13.3 Kanbanový supermarket	32
2.14 Špagetový diagram	32
2.14.1 Tvorba špagetového diagramu.....	32
2.14.2 Analýza špagetového diagramu.....	33
2.15 Metoda 5x proč.....	34
2.16 Diagram rybí kosti	35
2.17 Průmyslový tisk.....	36
2.18 Tisk z výšky.....	36
2.18.1 Knihtisk	36
2.18.2 Flexotisk	37
2.19 Tisk z hloubky	38
2.19.1 Hlubitisk	38
2.19.2 Tamponový tisk	39
2.20 Tisk z plochy	39
2.20.1 Ofsetový tisk.....	39
2.20.2 Světlotisk	40
2.21 Digitální tisk	40
2.21.1 Inkoustové tiskárny.....	40
2.21.2 Laserové tiskárny.....	41
2.22 Průtlačný tisk	41
2.22.1 Sítotisk	41
3 PRAKTICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	42
3.1 Flexotiskové zařízení.....	42
3.2 Časová náročnost a vlivy zpoždění	43
3.3 Konstrukční úpravy	45
3.3.1 Přidání závitových děr do bočnic stroje	45
3.3.2 Úprava výkresu pro blatník formovacího válce	46
3.3.3 Úprava čepů pro upevnění barevníkové vany	46
3.3.4 Úprava svorkovnicové skříně	47
3.3.5 Úprava piktogramů ovládacího panelu.....	48
3.3.6 Úprava kusovníku stroje	49
3.4 Rozdělení návozu	49
3.5 Kanban.....	51
3.6 Návodka.....	52
3.7 Layout stroje.....	53
4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	56
ZÁVĚR.....	60
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	61
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	64
SEZNAM PŘÍLOH	66

ÚVOD

V dnešní době se stále více využívá různých obalových materiálů ve všech odvětvích. Pro obaly se využívají různé materiály a jejich kombinace. Například papírové sáčky se používají při nákupu pečiva, plastové pytle lze vidět při nákupu krmiva pro zvířata anebo jejich kombinace, které se používají ve stavebnictví pro uchování cementu. Téma diplomové práce, Optimalizace technologického postupu pro montáž stroje, byla vymyšlena a následně zpracována ve spolupráci s firmou Windmüller & Hölscher, která se zabývá výrobou strojů pro výrobu obalových materiálů.

Na diplomové práci jsem se rozhodl spolupracovat se společností Windmüller & Hölscher. Důvodem byla má prázdninová brigáda, kde mě natolik zaujal obor, kterým se firma zabývá, že jsem se rozhodl ucházet o pozici technologa montáže a za tuto pracovní příležitost jsem velmi rád.

Náplní práce technologa je řešit problémy, které vyvstanou během montáže a také zefektivnit montáž stroje pomocí nástrojů štíhlé výroby, optimalizací postupu montáže, tvorbou návodek a konstrukčních úprav.

Cílem diplomové práce je vybrat jeden modul z celé výrobní linky a pokusit se o zefektivnění jeho montáže. Pro potřeby diplomové práce bylo vybráno flexotiskové zařízení, které slouží pro potisk papírového materiálu. U tohoto stroje bylo v poslední době provedeno rozsáhlé konstrukční vylepšení, které jako každé konstrukční úpravy s sebou přináší i určité nedostatky. Tyto nedostatky se většinou projeví až v montáži a je nutné o nich informovat konstrukci a společnými silami se je pokusit odstranit.

V první kapitole bude představena společnost Windmüller & Hölscher. Díky její vstřícnosti a spolupráci vznikla tahle diplomová práce. Teoretická část diplomové práce bude zaměřena na jednotlivé metody štíhlé výroby. Také zde budou vysvětleny jednotlivé druhy průmyslového tisku. V praktické části budou zhodnoceny prostoje v montáži, které mají zapříčinění z ostatních oddělení. Dále se projdou konstrukční změny, které odstraňují plýtvání, odhalené během montáže. Provede se optimalizace návozu a rozložení stroje, bude vysvětlen princip návodek a k čemu se ve společnosti Windmüller & Hölscher používají. Závěrem bude provedeno technicko-ekonomické zhodnocení provedených úprav, kde se určí, jestli jsou změny efektivní i z ekonomického pohledu.

1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI WINDMÖLLER & HÖLSCHER

Windmüller & Hölscher je německá společnost založena v roce 1869, která nese své jméno podle svých zakladatelů konkrétně Hermanna Hölschera a Gottfrieda Windmüllera, jejichž logo lze vidět na obr.1. Již od svého založení se firma zabývá flexibilními obaly, jejich výrobou, potiskem a zpracováním. V roce 2005 vstoupila na český trh a rozhodla se v Prostějově vybudovat výrobní závod. [1]

Díky dlouholeté tradici a získaných zkušeností patří Windmüller & Hölscher mezi lídry trhu ve více než 130 zemích. Díky kvalitním produktům a zákaznickému servisu má přes 5 000 spokojených zákazníků. Hlavními produkty společnosti jsou stroje na extruzi, tisk a zpracování. Například u strojů pro extruzi se vyrábí specifické fólie dle potřeb zákazníka. Tyto fólie se mohou skládat až z 11 vrstev různých materiálů a tím splnit kladené požadavky. Fólie slouží především pro balení potravin a různých hygienických produktů, po kterých byla v době koronavirové pandemie vysoká poptávka. V potravinářském průmyslu není jediné využití těchto fólií. Využívají se napříč různými odvětvími průmyslu, jako jsou ochranné fólie automobilů, aby nedošlo k poškození jejich laku, tak pro ochranu elektronických displejů až po zajištění přepravovaných věcí na paletě. [1]

Stroje pro tisk dokáží dodat fóliím a papírovým obalům atraktivní vzhled, který je z pohledu marketingu nedílnou součástí každého produktu. Nanášejí se zde různé motivy, díky kterým zákazník pozná, že se jedná právě o produkt konkrétní značky. Stroje tisknou ve dvou variantách, a to flexotiskově anebo hlubokotiskově. Poslední z variant nabízených strojů jsou stroje pro další zpracování. Firma W&H se může pochlubit prvenstvím ve výrobě cementových pytlů. Až 90 % vyprodukovaných pytlů na cement po celém světě vzniká právě na strojích od W&H. K tomu společnost vyrábí pytle z propylenové tkaniny a papírové pytle, které se využívají při balení krmiva pro zvěř, granulátů a osiv. [1]



Obr. 1 Logo Windmüller & Hölscher [1]

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Štíhlá výroba

V dnešní době, kde se vše velkou rychlostí mění je důležité na tyto změny reagovat. Zákazníci své požadavky mění doslova ze dne na den, či v některých případech z hodiny na hodinu. Zákazníci si mohou dohodnout lukrativnější nabídku od konkurenční firmy, a tak do poslední chvíle není jasné, zda se ve výrobě daného produktu bude i nadále pokračovat. Každá firma se snaží si udržet své stávající zákazníky a v ideálním případě ještě získávat zákazníky nové, proto se snaží minimalizovat své náklady na výrobu. To však může být obtížné poněvadž zákazníci požadují množstevní slevy za odebrané výrobky, zaměstnanci požadují zvýšení mzdy a také energie potřebné na provoz firmy každoročně stoupají. Zvyšování cen energií jde vidět především v dnešní době, kdy je vyvíjen stále větší tlak na získávání energie z obnovitelných zdrojů a odpouští se od neekologických zdrojů energie. Na druhou stranu si firma nemůže dovolit nevyhovět požadavkům zákazníka, kvůli tvrdé konkurenci, která se vyskytuje na trhu. Je potřeba požadavky řešit rychleji, efektivněji a kvalitněji, než je schopna konkurence. A jak to udělat? Jednou z variant, jak toho dosáhnout je metoda Lean a zabudování této filozofie do svého podniku. [2]

Koncept štíhlé výroby, někdy taktéž nazýván termíny jako štíhlý podnik nebo z angličtiny lean manufacturing, je známý již po mnoho let. Štíhlá výroba by šla definovat jako soubor doporučení a návodů, jak snížit materiálové náklady, náklady na výrobu jednoho kusu, snížení kapacity skladů, zvýšení kvality konečného produktu a soustředit se pouze na pracovní procesy, které dodají hodnotu zákazníkovi. Základní pilíře pro zavedení štíhlé výroby ve firmě jsou znázorněny na obrázku 2 níže. [2], [3]



Obr. 2 Štíhlý a inovativní podnik [6]

Štíhlým podnikem nelze nazývat ten, který tuto metodu aplikuje pouze ve výrobě. Jedná se o celkové chápání firmy, tedy je potřeba provést optimalizace i v administrativních pozicích, logistice, v oddělení zabývajícím se plánováním výroby a vývoji. Jestli se podaří zavést principy štíhlé výroby na všech úrovních firmy, která bude fungovat jako celek, je možné tuto firmu nazývat opravdu štíhlým podnikem. [2]

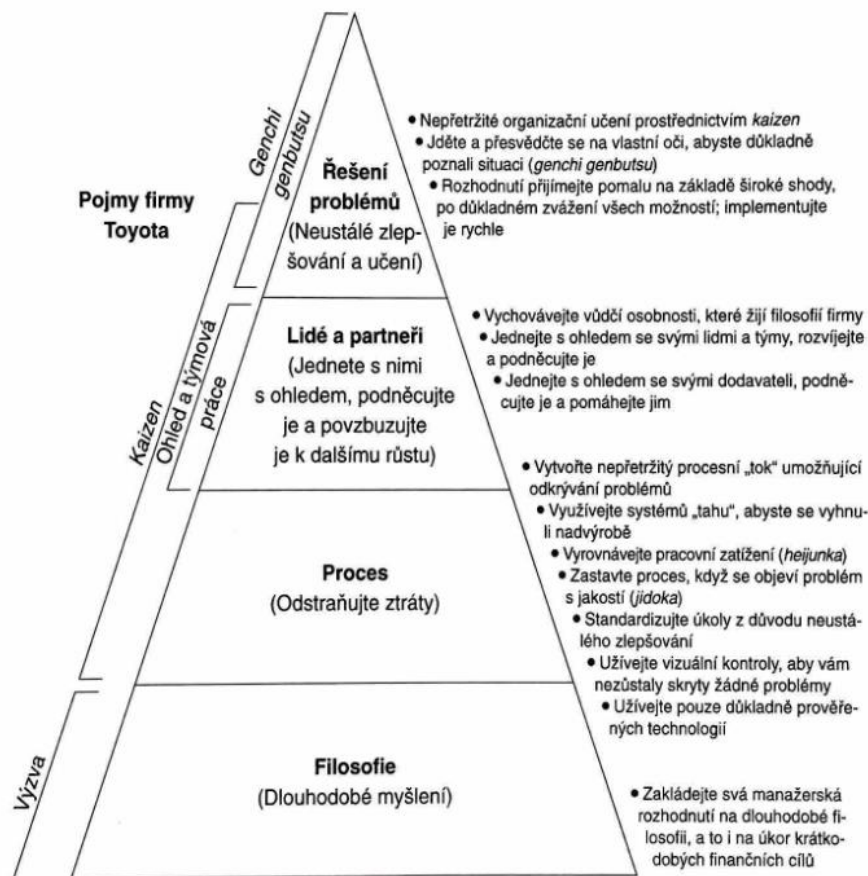
2.2 Toyota

První firma, která začala využívat principy štíhlé výroby a rovněž je považována za tvůrce těchto metod je Toyota. Do podvědomí se firma Toyota dostala v osmdesátých letech minulého století, a to především díky své efektivnosti a kvalitě výrobků. Tento rozdíl šel především pozorovat mezi americkými a japonskými automobilkami. Toyota byla schopná své automobily produkovat kvalitněji, rychleji a za stále konkurenceschopnými náklady na výrobu. V roce 2021 se Toyota zařadila do žebříčku největších výrobců automobilů na prvním místě. Tato japonská společnost dokázala sesadit Volkswagen Group, která se umístila v roce 2020 na prvním místě. [7] [8]

Velký podíl na umístění Toyoty na prvním místě nese i její pověst o kvalitě jejich automobilů. Dle článku, který byl zveřejněn v časopise Consumer reports modely vozu Toyoty obsadily 15 z 38 nejspolehlivějších modelů různých aut. V čem tedy spočívala vyšší kvalita a spolehlivost této automobilky nad ostatními? Toyota dokázala i přes různé problémy stále držet vysokou shodnost výkonosti firmy. To Toyota docílila pomocí různých metod jako jsou just-in-time, Kaizen, Jidoka a Heijunka. Tyto metody byly zárodkem pro štíhlou výrobu, tak jako ji známe dnes. [7]

2.3 Výrobní systém společnosti Toyota

Výrobní systém společnosti Toyota lze rozdělit do 14 zásad, kterými se Toyota řídí. Pro lepší pochopení lze tyto zásady rozdělit do 4 skupin, a to na filosofii, proces, lidé a partneři a řešení problémů. Toto rozdělení se také nazývá 4P, protože všechny slova v angličtině začínají na P (philosophy process, people a partners a problem solving). Rozdělení 4P je možné vidět na obr. 3. [7]



Obrázek 3 rozdělení 4P [4]

Výrobní systém společnosti Toyota položil z velké části základy štíhlé výroby, která je nyní velice populární ve velkém množství výrobních firem. Jak už bylo řečeno zavést štíhlou výrobu do výroby není nic jednoduchého. Ve velké většině firem, ve které se zavádí, se po určité době vrátí do běžného fungování před zavedením štíhlé metody. To není způsobeno špatným aplikováním metod do výroby, ale nepochopením podstaty štíhlé výroby. Hlavním faktorem pro úspěšné aplikování štíhlé metody jsou lidé. Důležité je veškeré zaměstnance řádně proškolit, aby všichni chápali princip štíhlé výroby. Důležité je, aby se zaměstnanci se chtěli neustále zlepšovat, komunikovali mezi sebou, společně řešili problémy a společně rostli. [7]

14 zásad, se kterými Toyota přišla je možné rozdělit do 4 širších celků pro lepší orientaci. Rozdělení je následující: dlouhodobá filosofie, správné výsledky přinese jen správný proces, zvýšením kvalifikace lidí se zvyšuje hodnota organizace, neustálé řešení podstatných problémů vede k organizačnímu učení. [7]

2.3.1 Dlouhodobá filosofie

V této kategorii se nachází pouze jedna zásada, a to:

Zásada 1. Manažerská rozhodnutí zakládat na dlouhodobé filozofii, i v případě negativního ovlivnění krátkodobých finančních cílů. [7]

Manažer by měl vytvořit dlouhodobou vizi, která by se neměla zaměřovat jen na krátkodobý zisk, ale na společném poslání, kterých by firma měla docílit. Měl by pracovat s kompletní strukturou a organizací firmy tak, aby se rozvíjela směrem k poslání, které bude pro zaměstnance důležitější než vydělávání peněz. Manažer by měl velice dobře znát historii firmy a podle ní pracovat na tom, aby danou firmu posunul dle své vize. Dlouhodobé filosofické poslání je velice důležité a vážou se na něj veškeré ostatní zásady. [7]

Celá společnost by se měla podílet na hodnotách jednak pro zákazníka, ekonomiku, ale i sebe sama jako společnost. Jakákoliv funkce či proces by se měl hodnotit vzhledem k tomu jakou má schopnost vytvářet hodnotu pro jeden z aspektů. [7]

2.3.2 Správné výsledky přinese jen správný proces

Tato kategorie zásad je nejrozsáhlejší a obsahuje hned 7 zásad, a to:

Zásada 2. Vytvoření procesního toku, který bude pomáhat detekovat problémy.

Upravte stav pracovních procesů ve vaší firmě, tak aby vytvořil nepřetržitý tok, který bude v maximální možné míře přidávat hodnotu. Je důležité při nastavování procesů usilovat o co největší efektivitu, tedy v každém bodě daného procesu by měla zodpovědná osoba neustále pracovat a co nejvíce omezit neproduktivní momenty v procesu (ideální proces nemá žádné neproduktivní části). [7]

Navrhněte takový tok materiálů a informací, který bude rychlý. Takový tok umožní ve velice krátkém časovém horizontu odhalit veškeré problémy, které vzniknout během výroby. Je velice důležité, aby navrhovaný tok odpovídal zavedené kultuře ve vaší společnosti. Jen tehdy je možné se bavit o procesu, který opravdu vede ke zlepšování zaměstnanců a rozvoji firmy. [7]

Zásada 3. K zabránění nadvýrobě použijte systém tahu.

Definujte, které produkty vaší firmy zákazníci požadují a v jakém množství. V další etapě výrobního procesu se především zaměřte na tyto produkty. Základním stavebním kamenem metody just-in-time je právě doplňování skladových zásob podle spotřebovaného materiálu. Omezte tedy své zásoby rozpracované výroby jen na malé množství, které se bude doplňovat v závislosti na poptávce zákazníků. To vám umožní rychle reagovat na změny v poptávce. [7]

Zásada 4. Rovnoměrně rozprostřete pracovní vytížení.

Zamezení ztrát je pouze část toho, co je potřeba chceme-li hovořit o štíhlé výrobě. Neméně důležité je také odstranění přetíženosti výrobních strojů, zaměstnanců ve firmě a celkové nevyváženosti výroby. K vyvážení výroby slouží jedna z metod štíhlé výroby, a to heijunka. Přesto se tyto stránky štíhlé výroby přehlíží a firmy, které zavádí štíhlou výrobu, tento aspekt nechápou. [7]

Zásada 5. Vytvořte procesy, které budou dovolovat výrobu zastavit a opětovně ji spustit až po vyřešení daného problému.

Kvalita vaší výroby je jeden z největších činitelů vaší hodnotové nabídky. Proto využijte co možná nejvíce veškeré moderní metody, které vám dokáží pomoci zajistit nejvyšší kvalitu vašich výrobků. Opatřete svůj pracovní proces schopností detekovat chyby a v případě nalezení nějaké nekvality, zastavit výrobu do doby, než se problém podaří vyřešit. Je vhodné tento systém vybavit světelnou signalizací (andon), která předá vedoucímu pracovníku informaci o tom, že se při výrobě vyskytl problém. [7]

Přidejte do své výroby i podpůrné procesy, díky kterým dokážete rychle řešit problém a následně aplikovat nápravné opatření. Do své firemní kultury zahrňte, že je přípustné zpomalit či úplně zastavit výrobu, pokud se povede dosáhnout požadované kvality a celková kvalita se bude z dlouhodobého hlediska zvyšovat. [7]

Zásada 6. Standardizovat práci je jeden z nejdůležitějších aspektů pro neustále zlepšování výroby.

Snažte se, co nejvíce využívat metod, které vedou k neustálému opakování procesů. To zapříčiní přehlednost a předvídatelnost výroby, pravidelný rytmus a pravidelné výstupy z procesů, které vaše firma využívá. Tito ukazatelé jsou podstatou tahu a toku. [7]

Analyzujte již zaběhlé procesy ve vaší firmě, vyberte ty nejlepší a nejefektivnější, které přidávají největší přidanou hodnotu a z těch vytvořte standart podle, kterého se nyní bude daný proces řídit. Standart zvyšuje efektivitu práce, ale zároveň dopomáhá udržet know-how ve firmě. Kdyby se například firma nebo zaměstnanec rozhodli rozvázat spolupráci, díky standardizaci práce bude možné provést zaškolení nového zaměstnance rychleji a kvalitněji. Je ovšem nutné nechat prostor pro zlepšování standardizovaných procesů. Jestliže se docílí, že daný proces se zefektivní, tak se od zaběhnutého procesu upustí a standardem se stává nový efektivnější proces. [7]

Zásada 7. Ke snížení skrytých vad využívejte vizuální kontroly.

Využívejte vizuální signalizaci, která zaměstnancům umožní okamžitě a jednoduše získat informaci o stavu výroby, zda výroba probíhá dle standardu nebo se od něj odchyluje. Čím bude světelná signalizace (andon) jednodušší tím lépe. Komplikované informace zobrazené například na obrazovce počítače mohou odvádět soustředění pracovníka a tím snižovat efektivitu práce. Také zredukujte své písemné dokumenty na co nejmenší množství, ideálně jen na jednu stránku papíru, všude tam, kde je to jen možné. [7]

Zásada 8. Využívejte jen takové technologie, které pomáhají lidem a procesům.

Využívejte takové technologie, které primárně pomohou lidem při výkonu jejich práce a ne takové, které se snaží člověka nahradit. Při zavádění nového procesu je lepší tento proces zavést bez technologií a postupně přidávat technologie, které k procesu přinesou přidanou hodnotu. Nové technologie bývají ve většině případů neodladěné a tím pádem nespolehlivé, proto je obtížné je zavést do standardizovaných procesů, tak aby neohrozily výrobu. Obecně je výhodnější využívat již prověřené technologie, které fungují správně než ty neprověřené. [7]

Ještě předtím, než se rozhodnete aplikovat novou technologii do výroby a procesů, ověřte ji v běžném provozu. Nepoužívejte nebo modifikujte metody, které nejsou v souladu s firemní kulturou a mohly by ohrozit předvídatelnost, stabilitu a spolehlivost výroby. Zaměstnance ve firmě motivujte k vlastní iniciativě hledání nových technologií. Pokud má daná technologie po posouzení pozitivní vliv na vaše procesy, snažte se ji rychle zahrnout do své rutiny. [7]

2.3.3 Zvýšením kvalifikace lidí se zvyšuje hodnota organizace

Zásada 9. Tvořte vůdčí osobnosti ve firmě, které opravdu rozumí práci a filozofii, kterou firma zastává a zároveň ji chce předat dalším.

Nežli přivést vůdčí osobnost z externího prostředí, je výhodnější si vůdčí osobnost vychovat z řad lidí, kteří již ve vaší firmě pracují. Nepovažujte za správnou vůdčí osobnost jen toho, kdo dokáže vykonávat zadané úkoly a umí jednat s lidmi. Nedílnou součástí vůdce musí být porozumění filozofii, kterou se firma řídí. Dalo by se říci, že kvalitní vůdce je takový učitel filozofie firmy, a proto musí znát každodenní rutinu firmy. [7]

Zásada 10. Neustále rozvíjejte pracovníky, kteří se řídí filozofií firmy.

Filozofie firmy, která je ve vaší společnosti zavedena by měla být stabilní, silná a měli by se jí řídit zaměstnanci napříč celou firmou. Trénujte týmy a schopné jedince v duchu firemní kultury tak, aby dosahovali nadprůměrných výsledků. Firemní kultura je velice důležitá, a proto byste se měli neustále ji snažit utužovat. [7]

Při řešení obtížných problémů tvořte mezifunkční týmy (tým složený z lidí, kteří mají různou odbornost), tím zvýšíte produktivitu a kvalitu v řešení daného problému. Značnou energii věnujte také školení svých lidí, jak správně spolupracovat v týmu. Tato schopnost, tak jako všechny ostatní schopnosti, které člověk má, je potřeba trénovat. [7]

Zásada 11. Podněcujte své dodavatele a ostatní pracovní partnery ve svém rozvoji a pomáhejte jim v růstu.

Při jednání se svými partnery a dodavateli je považujte za rozšiřující článek vaší firmy. Pomáhejte jim v rozvoji a k dalšímu růstu. Požadujte náročné úkony, se kterými jim budete pomáhat při realizaci. Projevíte tím, že jsou pro vás důležití a že si jich vážíte. Tím získáte se svými partnery a dodavateli silné vazby. [7]

2.3.4 Nepřestálé řešení podstatných problému vede k organizačnímu učení

Zásada 12. Při řešení nějaké situace jděte a řešte ji na místě, kde vznikla.

Jestliže řešíte problém anebo se snažíte zlepšit některý z vašich procesů, běžte na místo, kde problém vznikl nebo se proces využívá. To vám poskytne důležitá data, která si rovnou můžete ověřit. Je rozhodně lepší se spoléhat na informace, které jste si sami získali, než se rozhodovat a teoretizovat podle informací, které máte od ostatních lidí nebo z vaší počítačové obrazovky. [7]

Tato zásada, řešit problémy, tam kde vznikly by se měla dodržovat napříč všemi úrovněmi firmy. I ti nejvýše postavení manažeři by se na danou situaci měli přijít podívat osobně, aby získali více informací a nepracovali jen s povrchními znalostmi. [7]

Zásada 13. Svá rozhodnutí dobře promyslete a zvažte veškeré možnosti a až následně rychle aplikujte.

Při rozhodování se neupínejte jen na jednu z možností, důkladně promyslete všechny různé možnosti. Po výběru možnosti, která pro vás bude mít největší přidanou hodnotu se snažte ji aplikovat co nejrychleji, ale zároveň opatrně, aby neomezovala vaši práci. Jakmile dojde již k rozhodnutí, všichni by se měli podílet na jeho aplikování. [7]

Zásada 14. Vytvořte neustále se učící se organizaci.

Po zavedení procesu stále používejte nástroje pro neustálé zlepšování vašich procesů, například Kaizen. Díky těmto nástrojům lze odhalit příčiny skryté neefektivity a vyvodit řešení k jejich odstranění. Snažte se optimalizovat své procesy, aby jste jich potřebovali co možná nejméně. Díky tomu dokážete jednodušeji odhalit plýtvání, jak už vašimi zdroji, tak i časem. Pokud budou v procesu odhaleny nějaké nedostatky, snažte se společně se svými zaměstnanci tento nedostatek odstranit a zefektivnit proces. K ochranění firemních znalostí vytvořte kvalifikovaný stabilní tým a opravdu pečlivě vybírejte, kterého zaměstnance povýšíte. [7]

2.4 Druhy plýtvání

Při zrodu štíhlé výroby, která probíhala v automobilce Toyota byly definovány eliminace třech druhů plýtvání, které v japonštině zní - muda, mura a muri. [4], [14]

Muda znamená při doslovném překladu zbytečnost nebo marnost. Hlavní úlohou štíhlé výroby při muda plýtvání je zhodnotit a rozlišit činnosti, které mají přidanou hodnotu a ty které jsou identifikované jako činnosti bez přidané hodnoty. [4], [14]

Mura je druh plýtvání, který definuje nerovnoměrné rozdělení práce. Při takovém rozložení práce budou vznikat prostoje a bude vyvíjen nárazově tlak na stroje, zaměstnance a na celkový výrobní systém. Prostoje je poměrně obtížné předpovědět a negativně ovlivňují celkovou efektivnost výroby. Tento druh plýtvání lze relativně dobře snížit precizním a efektivním plánováním logistiky. Jedná se například o výkyvy zásob potřebných pro výrobu buď jich je nadbytek, nebo zase příliš málo. [4], [14]

Muri je poslední z trojice plýtvání definované štíhlou výrobou. Zabývá se přetěžováním nebo ukládáním příliš náročných úkolů. Tento druh plýtvání jde aplikovat jak na lidi, kde se i nejvíce využívá, ale také se využívá pro stroje, organizaci a materiálové toky. Muri si lze představit jako práci v příliš hlučném prostředí, manipulaci s těžkými předměty nebo nedostatečnou kvalifikaci pracovníka. [4], [14]

2.5 Muda plýtvání

Muda je ze tří druhů plýtvání nejjednodušší definovat. Téměř všechny zdroje plýtvání lze rozdělit do 8 skupin, tyto skupiny jsou nazývány anglickým slovem D.O.W.N.T.I.M.E, které se skládá z počátečního písmene z každého druhu plýtvání, znázorněné na obr. 4. [4], [14]

Muda plýtvání



Obr. 4 Muda plýtvání [4]

2.5.1 Vadná výroba

První skupina, která je seskupená pod písmenem D je pro Defective production, což v překladu znamená vadná výroba. Vadná výroba je očividná příčina plýtvání. Vady při výrobě přímo ovlivňují cenu nákladů na výrobu produktu. Vady ve výrobě je možné rozdělit na neopravitelné, kde součást již nelze opravit a jedná o zmetek a na vady opravitelné. Opravitelné vady lze ještě upravit tak, aby splňovaly požadavky zákazníka, ale i v druhém případě se zvýší náklady, jelikož stroj a pracovník, který by mohl pracovat na další součásti, se musí zabývat opravami. Eliminování těchto vad ve výrobě je jeden ze základních cílů štíhlé výroby. [4]

2.5.2 Nadměrné zpracování

Vychází z anglického slova Overprocessing. Nadměrné zpracování patří mezi aktivity, které nepřináší žádné přidané hodnoty. Plýtvání vlivem nadměrného zpracování je výsledkem špatné komunikace mezi jednotlivými odděleními, neefektivností, neefektivními pracovními postupy

a dalšími problémy, které způsobují problémy k cestě ke spokojenému zákazníkovi. Štíhlá metoda tyto procesy odhaluje a následně se je snaží odstranit. [4]

2.5.3 Čekání

Čekání neboli anglicky Waiting je definováno jako jakýkoliv čas strávený ve výrobě, který neslouží k aktivní výrobě. Čas při výrobě, který je stráven čekáním je bez přidané hodnoty a proto se řadí mezi plýtvání. Plýtvání skrze čekání je svázáno mnoha aspekty produkce zahrnující rovnoměrné rozložení pracovní náplně, uspořádání zařízení a řízení procesu. [4]

2.5.4 Nevyužitý talent zaměstnanců

Jedná se o složitý druh plýtvání, který je velmi obtížný k rozpoznání. Náklady v tomto plýtvání lze nejlépe popsat jako náklady z příležitostí, protože přesnou povahu ceny je téměř nemožné popsat. Plýtvání vlivem nevyužití talentu zaměstnanců je dobře popsáno v Kaizenově ideologii o neustálém zlepšování se. Toho se docílí především pomocí různých tréninků, komunikací a firemních teambuildingů než podle nějakých statistických tabulek, diagramů či norem. K odstranění tohoto druhu plýtvání je zapotřebí, aby management a řadoví zaměstnanci spolupracovali a společně se snažili přijít na možnosti inovace, protože neustálé zlepšování zahrnuje nejen proces, ale také pracovníky. [4]

2.5.5 Doprava

Doprava se nachází na pátém místě ve slově D.O.W.N.T.I.M.E pod písmene T (Transportation), jedná se o takový druh přepravy, která nepřináší žádnou přidanou hodnotu. U plýtvání vlivem dopravy se nezaobírá pouze přepravováním z jednoho zařízení k druhému, případně ze skladiště, ale také pohybem mezi jednotlivými pracovními místy. Je snaha, aby přeprava byla co nejefektivnější a zároveň aby se co nejvíce zamezilo zbytečnému pohybu. Zbytečný pohyb stojí peníze, ale také hrozí, že se produkt při přepravě poškodí nebo ztratí. [4]

2.5.6 Zásoby

Všechny druhy skladů způsobují náklady. V první řadě se jedná o náklady na samotnou výstavbu skladů, které jsou očividně vyšší u rozměrnějších skladů. Dále velké množství zboží ať už polotovary, rozpracované výrobky nebo dokončené produkty mohou výrazně zvýšit profil provozních nákladů. Pro tyto případy je zde metoda štíhlé výroby, která se nazývá Just In Time. Just In Time se snaží minimalizovat zboží na skladech, tak aby neovlivnila výrobu. Více o této metodě v kapitole 2.7. [4]

2.5.7 Pohyb

Špatné rozložení pohybu po pracovišti způsobuje stále se opakující náklady. Špatný pohyb kromě finančních ztrát může zapříčinit i opotřebení a poškození zařízení, strojů, které se používají u výrobních cyklů a ostatních pohybů. Špatně zorganizovaný pohyb kromě poškození strojů, také může způsobit zranění personálu. Zatímco opotřebení a poškození strojů nelze příliš ovlivnit, lze zbytečný pohyb jednoduše zredukovat skrze úzká místa. [4]

2.5.8 Nadměrná produkce

Nadměrná produkce je poslední kategorií z Muda plýtvání. Nadměrná produkce je druh plýtvání, které jde ruku v ruce s odpady souvisejícími s pohotovými zásobami. Přebytková výroba zvyšuje pravděpodobnost vadné výroby a také zahlcení oddělení kvality. Kvůli zahlcení kvality klesá kvalita kontrol a mohou procházet výrobky, které nesplňují požadavky zákazníka. Dále je nutné toto zboží někde skladovat, nebo v případě zmetků likvidovat. V obou případech se jedná o finanční ztráty. Štíhlá produkce stanovuje malé produkční dávky a metodu známou jako „tahový výrobní systém“ pro odstranění nadměrné produkce. [4]

2.6 Metoda 5S

Metoda 5S patří mezi metody štíhlé výroby. Říká se, že je základním kamenem štíhlé výroby. Ve většině případů se ve firmě zavádí jako první a takzvaně připraví půdu pro další metody, jako je například Just in Time, Kanban Jidoka, Andon atd. Při prvním pohledu na 5S metodu se může zdát, že se jedná o nepříliš důležité úkoly, ale opak je pravdou, ve skutečnosti se jedná o velice vlivnou metodu k organizování pracovního prostoru. Tak jako mnoho dalších metod štíhlé výroby i tato vznikla v Japonsku a název 5S nese dle pěti japonských slov, které začínají stejným písmen abecedy, tedy písmenem S. Jedná se o slova seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke, které v překladu do češtiny znamenají vytrídít, uspořádat, vyčistit, standardizovat a udržovat a jsou znázorněny na obr. 5. [4]



Obr. 5 znázornění 5S [23]

2.6.1 Vytrídít

První z 5 částí metody 5S je vytrízení (separování). To by šlo jednoduše shrnout jednou větou, a to: „Všechno má svoje místo“. Vytrízení je prakticky rozšíření štíhlé výroby, zaměřené především na omezení odpadu. Jestliže je pracoviště nebo místo, kde zrovna zaměstnanec pracuje vytrízené neboli separované, tak se vše nachází na svém místě. Nepotřebné nářadí a předměty, které momentálně ke své práci nepotřebuje jsou pečlivě uloženy na svých místech. Tento jednoduchý proces uspořádání se může využívat pro různé okolnosti, materiály a předměty. Uspořádání pracovních prostor je jeden ze základních faktorů, jak zabránit hromadění nepotřebného a odpadního materiálu. To taktéž znamená, že se na pracovišti nachází méně překážek k zavedení správného materiálního toku a tím se toto pracoviště stává efektivním. Tento malý zásah do výroby má však velký dopad na celkovou efektivitu práce. Tato metoda se nevyužívá jen na pracovištích, ale lze ji využít i na místech jako jsou šatny, místa pro polední přestávky a místa, kde si zaměstnanci uchovávají své osobní věci. [4]

Řádné a důkladné třídění přichází s administrativními náklady, které jsou způsobené neustálým vyhodnocováním, které nástroje a materiály jsou v momentální chvíli potřeba na pracovišti a které je možno uložit do skladů nebo zlikvidovat. Toto vyhodnocování je obvykle prováděno vedoucím pracovníkem, který má přehled o operacích, které se provádí na pracovištích. Pokud nějaký předmět není momentálně potřeba a zároveň se nejedná o odpad, tak je zapotřebí ho správně uschovat. To ovšem stojí místo pro uschování a taktéž čas při dopravě předmětu a organizace skladového prostoru. Skladové prostory obvykle bývají rozděleny barevně dle důležitosti daného předmětu. Například červená barva je pro nezbytné předměty a materiály, tím vzniká ve skladu přehlednost a zabrání nepotřebným předmětům k návratu na pracoviště v době kdy nejsou potřeba. Výsledek těchto přidaných nákladů a samozřejmě další práce je zvýšení efektivity práce a zjednodušení pracovního postupu. [4]

2.6.2 Uspořádat

Druhá aktivita z 5S, která logicky následuje po vytrídění je uspořádání. Zatímco třídění hodnotilo předměty na ty, které jsou nezbytné, tak uspořádání se zabývá rozložením těchto předmětů na pracovišti tak, aby práce s nimi byla co možná nejefektivnější. Při uspořádání je snaha uspořádat nástroje tak, aby ty, co jsou nejvíce využívány byly umístěny co nejbližší k pracovníkovi. To znamená, že pracovník, který bude potřebovat daný nástroj nebo materiál, bude přesně vědět, kde se daný předmět nachází a jednoduše na něj dosáhne. Díky tomu může být jeho práce dokončena rychleji a s větší efektivností. Tak jako každý jiný aspekt štíhlé výroby není ani uspořádání jednorázovou operací. Aktivita pro zavedení a následné udržení uspořádanosti nářadí a materiálů by měly probíhat neustále. Zároveň by osoba zodpovědná za uspořádanost pracoviště měla být schopna provádět změny, které budou reagovat na nově vzniklé potřeby. [4]

Třídít a uspořádat, jsou vzájemně propojené procesy, stejně jako uspořádání s další aktivitou z 5S a to vyčistit. V jedné interpretaci metody 5S jsou části uspořádat a vyčistit spojeny v jednu aktivitu, v tomto případě už není řeč o metodě 5S, ale její alternativě 4S. To se odráží v Kaizenově přístupu, který tvoří základy pro štíhlou výrobu, přístupy jako jsou neustále se zlepšovat, neustále se učit novým věcem a být flexibilní. Při implementaci dává větší smysl celkovou 5S metodiku rozdělit do jednotlivých hybridních aktivit a následně je zavádět. Snažit se podnik měnit tak, aby odpovídal modelu štíhlé výroby není správný přístup a ve většině případech končí neúspěchem. Místo toho by štíhlá výroba a 5S metodika měla být upravena tak, aby byla vhodná na unikátní výrobní aktivity, kulturu a specifický výrobní proces ve firmě. [4]

2.6.3 Vyčistit

Čistota na pracovišti je dalším krokem pro zavedení metody 5S. Nejenže je pro pracovníky příjemnější pracovat v čistém a dobře udržovaném pracovišti, díky kterému si budou více vážit svého zaměstnavatele a cítit vůči němu větší zodpovědnost, ale také je zde mnoho dalších praktických benefitů, které pochází z čistého pracovního prostředí. Pravidelné čištění pracovního prostoru a vybavení znamená, že v cestě efektivní výrobě a práci nestojí žádné překážky. Podobně jako vytrídění eliminuje nadbytečné nářadí a materiály k efektivnějšímu pracovnímu postupu, tak i úklid pracoviště je nedílnou součástí pro snadnou orientaci a připravenost pracoviště. Pravidelný úklid má i další výhody, snižuje míru opotřebení vybavení a také prodlužuje životnost kritických výrobních komponentů. [4]

Čisté pracovní prostředí je také základ pro bezpečnou práci. Při nepravidelném čištění pracovního prostoru hrozí hromadění odpadu z výroby a následné zranění pracovníka vlivem uklouznutí, zakopnutí či pádem, proto je udržení pořádku na pracovišti nedílnou součástí bezpečnostních opatření. Úklid může poskytnout i další důvod než jen udržení pořádku na pracovišti, a to spojení úklidu s kontrolou. Skrze úklid je nutno se pořádně ponořit do vybavení pracovního prostředí a je zbytečné přidávat další činnost, když se tyto dvě operace můžou elegantně spojit. Spojení úklidu s kontrolou vybavení dokáže ušetřit významné množství času a úsilí. Úklid lze ještě využít k prověření ostatních aktivit v metodě 5S jako jsou vytrídění a uspořádat. Efektivnost řádného úklidu lze hodnotit podle následující věty. Kdokoliv neseznámen s pracovním prostorem, by měl být schopen detekovat problém v rámci pěti vteřin a ze vzdálenosti okolo patnácti metrů. Pod pojmem neseznámen s pracovním prostorem si lze představit zaměstnance anebo vedoucího jiného oddělení podniku, který byl pověřen provést vizuální kontrolu. [4]

2.6.4 Standardizovat

Standardizace je běžné téma v rámci štihlé výroby. Díky standardizaci lze provádět porovnávací testy u výkonů, které lze měřit. Jestliže jde daná operace měřit, tak lze identifikovat různé oblasti pro zlepšení. Část standardizace v metodě 5S zajišťuje, že i ostatní aktivity z 5S se zaměřují na zvýšení efektivity práce a orientací na cíl. Stejně jako všechny nástroje a vybavení pracovního prostoru musí být na svém místě, tak i ostatní aktivity z 5S je nutno kontrolovat a monitorovat. [4]

2.6.5 Udržovat

Poslední aktivita v metodě 5S je pojmenována Udržovat, někdy se v některých interpretacích nazývá sebedisciplína a spojuje všechny zbylé 5S aktivity dohromady, způsobem typickým pro štíhlou metodu. Definice a doslovný překlad z japonského slova shitsuke je páté S, tedy poslední z celé pětičky. Stejně jako udržovat, tak i sebedisciplína, nepokrývají celý koncept za originálním slovem, ale pouze jeho část. Shitsuke je tvořeno dvěma definicemi, kterými byla jejich komplexnost poněkud snížena vlivem překladu. [4]

První definice je více podobná slovu disciplína a to znamená, že je potřeba vyvinout určité úsilí k docílení funkčnosti všech metod 5S v místě pracovního výkonu. V tomto smyslu jsou popsány a chápány překážky, které se vyskytnou v průběhu provádění změn. Jestliže jsou změny již zavedeny, tak na řadu přijde druhá definice slova shitsuke. Ta se zabývá sebedisciplínou, která je spíše spojená s anglickým překladem. Sebedisciplína se zabývá strukturami a úsilím k zachování standardů a postupů. Ve zkratce to znamená dělat to, co je potřeba bez vyzvání. [4]

2.7 Just in Time

Cílem metody Just in Time je navýšit efektivitu produkce a zároveň snížit náklady. Avšak jedná se o velice obtížnou metodu na zavádění v podnicích. První zmínka o Just in Time pochází od Kiichro Toyoda, který je zakladatel firmy Toyota Motor. Kiichro Toyoda dostal nápad na Just in time, když mu ujel vlak, na který přišel pozdě. Tato zkušenost ho přivedla k analogii pro materiál. Stejně jako u vlaku, tak i u materiálu platí, že když dorazí pozdě nebo příliš brzo je to špatně. Jestliže materiál potřebný k výrobě dorazí příliš brzo, tak se materiál hromadí a zabírá velké množství skladových prostorů. Pokud na druhou stranu dorazí pozdě, tak to má ještě větší dopad na výrobu, protože začnou vznikat prostoje a pauzy, které způsobí nedodání produktu zákazníkovi včas. Z toho vyplývá, že materiál do podniku musí dorazit právě včas, ne příliš pozdě, ale ani příliš brzo. Kiichro Toyoda, který s myšlenkou Just in Time přišel, se mu nepovedlo aplikovat tuto metodu v reálném provozu. To se povedlo až Taiichi Ohnivi, který byl zaměstnanec Toyoty. Ten si všimnul, že firma má problémy s dodávkou materiálu, jeden druh potřebného materiálu jim neustále chyběl a druhého měli zase nadbytek, který už neměli kde skladovat, při čekání na materiál, který jim chyběl. [5]

Metoda Just in Time je teoreticky definovaná tak, že materiál, který je potřeba, dorazí právě v okamžik, kdy tato potřeba nastane. Zaobírá se strategií na kontrolu skladů a výroby. Správné využití se projeví snížením nákladů skrze snížení počtu skladových zásob. Skladové zásoby se omezí pouze na součásti, které budou v momentální chvíli potřebné. V ideálním případě by podnik neměl vůbec skladový prostor potřebovat, ale do tohoto stádia metody Just in Time je až nemožné se dostat. Samotná filozofie JiT je kombinací statistiky, behaviorální vědy, managementu, průmyslového inženýrství a v neposlední řadě řízením výroby. Všechny tyto jednotlivé obory se musí využít pro předělání systému komunikace skladových zásob s řízením výroby, rovněž se změny dotknou obchodního oddělení společnosti, která musí reagovat na nově vzniklé změny. JiT se primárně využívá u procesů, které mají přidanou hodnotu, lze ji využít i u procesů, které žádnou přidanou hodnotu nepřinášejí, ale zde není tak efektivní. Docílení toho, aby materiál dorazil právě tehdy, kdy je potřeba není celá metoda. Druhou částí této metody, na kterou se často zapomíná je, že hotový výrobek musí odejít ve správnou dobu, aby se včas dostal k zákazníkovi. [4], [5]

Jak už bylo řečeno, metodu Just in Time podle její čistě teoretické definice nelze zavést. Jednak je nemožné docílit toho, aby materiál k pracovníkovi přišel právě tehdy, když ho je potřeba a také každý podnik, který říká, že tuto metodu využívá si tvoří nějaké zásoby ať už v různých místech zásobovacího řetězce anebo v místech výrobních pracovišť. Autor nedefinoval do jakého množství zásob lze ještě mluvit o této metodě a kdy už ne. Snížením počtu zásob, kterým se metoda především zaobírá, nese řadu výhod, které následně snižují náklady. Mezi hlavní faktory lze zařadit: [5]

- méně potřebných nákladů na skladování zásob
- méně zainvestovaných prostředků v materiálech ve skladu, které nejsou momentálně potřeba
- méně předávání mezi jednotlivými odděleními
- menší náklady na administrativní pracovníky
- nehrozí poškození nebo zastarávání materiálu vlivem dlouhého uložení

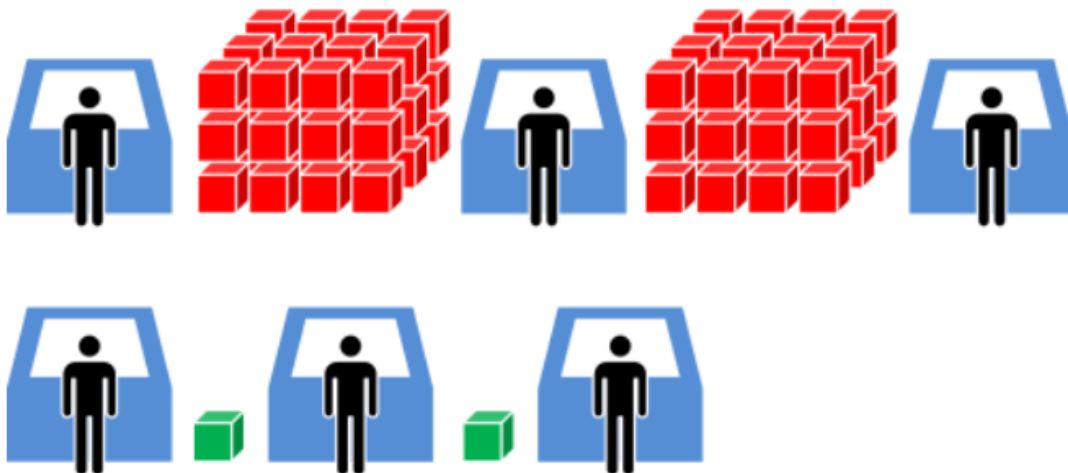
Dvě asi nejvýraznější výhody celé metody jsou popsány níže. Jedná se o rychlejší reakce na různé změny a uvolnění více místa na pracovišti. [5]

2.7.1 Rychlejší reakce

Jednou z hlavních výhod využití Just in Time je rychlá reakce na změny ve výrobě, které jsou docíleny snížením skladových zásob a snížením celkového času potřebného pro zhotovení zakázky. S menšími zásobami se enormně zvětšuje schopnost reagovat na potřeby zákazníků a tím vyhovět jejich přání. Vztah, který je mezi celkovým časem zakázky a zásobami, je formulovaný dle Littleho zákona. Ten říká, že jestliže se sníží počet zásob na skladě na polovinu, tak celkový čas, za který se zhotoví zakázka se taktéž sníží o polovinu. Snížení zásob se také projeví při změně designu vyráběné součásti, ta se zavede mnohem rychleji. Dále se dříve projeví různé defekty při výrobě a změny ve výrobním postupu se budou zavádět snadněji. Sice JiT přináší tuto výhodu, ale je také nejobtížnější na zavedení, protože jsou kladeny vysoké požadavky na materiálový tok, který musí odcházet a přicházet právě včas. [5]

2.7.2 Více místa na pracovišti

Druhou výraznou výhodou, kterou snížení zásob přináší, je snížení potřebného prostoru na skladování. Jsou dvě možnosti, jak skladovat materiál buď v nějakém skladu, nebo přímo ve výrobním procesu. Z pohledu logistiky je nejefektivnější uschování materiálu co nejbližší místu, kde se vykonává pracovní proces, avšak zde pak zabírají hodně místa, kde by mohly být umístěny další výrobní stroje. Viz obr. 6. [5]



Obr. 6 Zásoby v procesu [5]

Je výhodnější mít své zásoby rozložené jak na pracovišti, tak i v dílčích skladech. Čím blíže se zásoby umístí k místu výrobního procesu, tím se cena prostoru zdražuje. Taktéž se snižuje efektivita práce, protože když jsou jednotlivé procesy dále od sebe, tak to zapříčiní, že pracovníci musí ujít delší vzdálenost a tím vznikají prostoje, materiál je nutno přepravovat dále a celkově se informační tok výrazně zpomaluje. Ke snižování zásob nemusí docházet při všech částech výroby, ale největší dopad má až u dokončovacích operací. Samozřejmě toto nejsou jediné výhody při snížení počtu zásob, jsou i další kvůli kterým se vyplatí implementovat metodu Just in Time v podnicích. [5]

2.8 Mapování hodnotových toků

Mapování hodnotových toků se využívá k analýze současného stavu veškerých aktivit, procesů výroby a operací od samotného začátku výroby až po konečného uživatele, tedy zákazníka. Tento nástroj je taktéž využíván pro zavádění nových procesů a metod a také se může využít pro identifikaci odpadních činností a určit ty, které striktně dodávají hodnotu v procesu. Cílem efektivního mapování hodnotových toků je odhalit příležitosti ke zlepšení v oblasti nákladů, odpadu a efektivity. Mapování hodnotových toků je komplexní proces, který vyžaduje mnohonásobně hlubší přístup k problematice než standardní procesy mapování. Za cenu vyšších nároků je zde neocenitelná informace o tom, kde se v procesu nachází plýtvání, jestliže je toto plýtvání identifikované, tak už je posléze jednoduché ho eliminovat. Příklad mapování hodnotového toku je zobrazen na obr. 7. [4], [15]

Implementace této metody požaduje identifikaci konkrétní produktové řady a servisu. K dosažení co největší efektivity mapování hodnotových toků je nutné vybrat jeden z dřívějších, který splňuje co nejvíce kritérií uvedených níže. [4]

Běžný tok – Zde jsou podobné kroky v rámci každého z podprocesů. Jednoduše řečeno, neplést si jablka s hruškami. [4]

Vysoký objem a náklady – Výsledky z mapování hodnotových toků jsou komplexní a velmi náročné na čas. Největší přínos má metoda při identifikaci plýtvání, a to jak nákladového, tak i časového, takže vysoce objemové a vysoce nákladové procesy výroby z toho budou mít největší prospěch. [4]

Kritický nebo relevantní proces – Pro kritický a relevantní proces má mapování hodnotových toků velký přínos. Navíc má kritický proces dopad na uspokojení zákazníků, takže by měl být zbaven plýtvání, co nejvíce je to možné. [4]

Protože mapování hodnotových kroků se zabývá všemi vstupy během procesu, tak jsou tyto mapy kresleny do různých úrovní a každý vstupní tok je rozlišen za pomoci různých barevných kombinací. [4]

První vstupní tok je průběh procesu. Při konstrukci mapy by měl kopírovat cestu poptávek skrze celou výrobu. To znamená, že se začne již u zákazníka a postupně přes všechny aktivity až po zhotovení výsledného produktu. Konstrukce procesní mapy zahrnuje identifikování hlavních aktivit a zaznačení těchto aktivit do sekvence v mapě. Tento první stupeň je podobný standardnímu procesu mapování aktivit. [4], [15]

Jestliže je přidán procesní tok, druhá skupina vstupů, která bude přidána do mapy je materiálový tok. Materiálový tok znázorňuje pohyb veškerého materiálu, který je potřebný pro pozorovaný proces. Testování, místo pro sběr aut a všechny ostatní aktivity nezbytné pro kontrolu kvality by měly být také znázorněny na hodnotové mapě společně s materiálovým tokem. Materiálový tok je přidán souběžně a také se překrývá s procesním tokem. Zásoby materiálů potřebných pro výrobu jsou přidány na začátku mapy na opačném konci, než se nachází zákazník. [4], [15]

Další z toků je informační tok. Zde se nachází elementy jako jsou objednávání dílů, plánování, sledování a spolupráci mezi jednotlivými elementy, jako jsou výroba a logistika nebo výroba a zákazník. V tomto případě je informační tok prezentován skrze komunikační body např. komunikace mezi dodavatelem a organizátorem výroby nebo o metody, které se využívají při organizaci komunikace se zákazníkem. [4], [15]

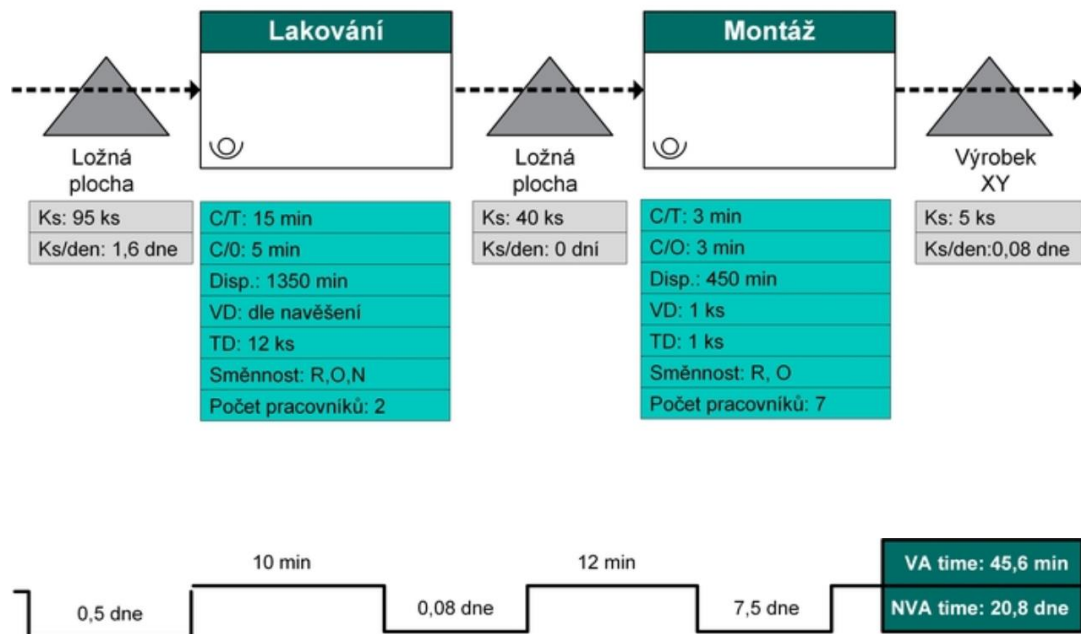
V dalším kroku jsou do mapy hodnotových toků přidány výrobní data. Tyto data se nejlépe shromažďují přímo v místě výroby a měli by odpovídat následujícímu vzoru pro každý krok. [4]

- Spouštěč – akce a aktivity, které započínají každý úkon. [4]
- Určení času a výrobního času na každý úkon. [4]
- Určení počtu pracovníků pro daný úkon. [4]
- Procento využití prostojů – zahrnuje dobu, kdy obsluha, stroj nebo počítače nevyužívají svůj maximální výkon z důvodu nějaké překážky. [4]
- Rychlost taktu – je kalkulace rychlosti produkce v závislosti na požadavky zákazníka. Takt rychlosti lze vyjádřit dle následujícího vztahu: [4]

$$T = \frac{T_a}{D}, \tag{1.1}$$

kde: T – rychlost taktu [min],
 T_a – práce za určitou dobu [min],
 D – požadavky (požadavky zákazníka) [min],

- Procento zmetkové výroby. [4]
- Velikost série. [4]



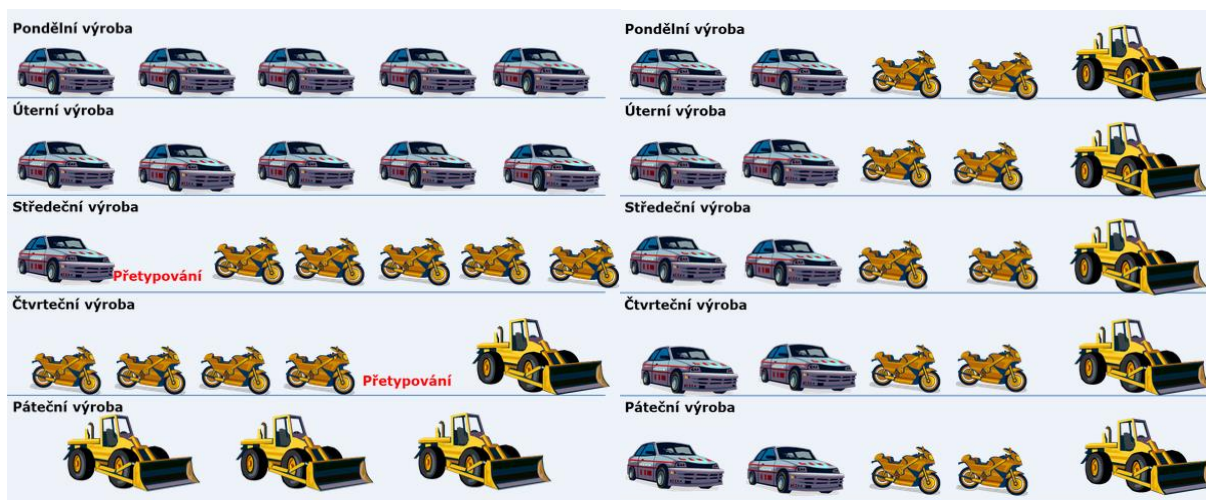
Obr. 7 Příklad mapování hodnotového toku [15]

2.9 Heijunka

Heijunka je systém, který se zabývá vyrovnáním výroby. To znamená, že se snaží optimalizovat velikost objemu výroby a také kombinace vyráběných dílů. V tomto systému nejsou zhotoveny výrobky dle objednávek, protože objednávky mohou kolísat (tzn. v jednom časovém období se bude určitý výrobek objednávat více nežli v druhém). Heijunka vychází z určení časového období, za které se vezme množství objednávek a rozdělí se rovnoměrně po celou dobu tohoto období tak, že každý den se bude vyrábět stejný počet produktů a stejná jejich kombinace. V tomto případě hovoříme o vyrovnané výrobě. [7], [9]

Pokud by byla výroba nastavena dle objednávek, bude se jednat o nevyrovnanou výrobu. Tedy pokud bychom měli produkty A a B, tak by výroba mohla vypadat následovně A, A, B, A, A, B, B, B. Hlavním problémem nevyrovnané výroby je to, že objednávky nechodí každý den stejně. Například se může stát, že v pondělí dostanete dvakrát více objednávek než v úterý. V tom případě v pondělí budete muset dohnat výrobu za pomoci přesčasů a v úterý své zaměstnance můžete poslat dříve domů, protože pro ně už nebudete mít práci. Pokud budete chtít svou výrobu vyrovnat, vezmete data ze skutečných objednávek a díky tomu vytvoříte vzorec výroby, který vám určí množství a kombinaci výroby na každý den. Například z těchto dat zjistíte, že na každé dva produkty A připadají dva B a můžete svou výrobu upravit na ABAB. Tím se stane výroba vyrovnaná a také předvídatelná. [7], [9]

Na obr. 8 lze na levé straně vidět nevyrovnanou výrobu před použitím Heijumky. Kde se první dva dny vyrábí stejný produkt například auto, posléze se ve středu změní výroba na motorku a ke konci týdne se ve čtvrtek, na konci směny, začne vyrábět bagr. Po zavedení Heijunky se každý den vyrábí stejné množství a kombinace výrobků. Tím se zamezí plýtvání vzniklé přetypováním výroby, výroba se stane předvídatelnou, zamezí se riziku neprodaného zboží a využití pracovních sil bude vyvážené. [7], [9]



Obr. 8 Výroba před a po využití Heijunky [9]

2.10 Jidoka

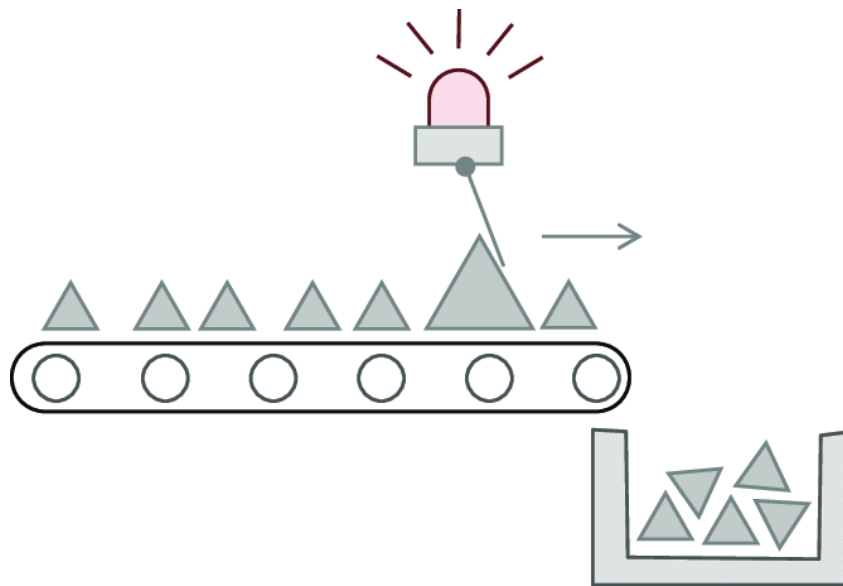
Jidoka je další systém ze štíhlé výroby. Firma Toyota začala aplikovat tento systém při práci s tkacím stavem. Sakichi Toyoda vynalezl zařízení, které dokázalo rozpoznat přetržení vlákna na tkacím stavu a pokud takový stav nastal, výroba se okamžitě zastavila. Tkací stav byl následně seřízen, ale podstatnější bylo, že se zanalyzovala příčina přetrhnutí vlákna, aby se chyba znovu neopakovala a tím se zamezilo plýtvání. Podobně jako v případě ostatních metod štíhlé výroby, tak i zde vedla jednoduchá myšlenka k hlubším poznatkům. Kvalita výroby se stala neodmyslitelnou součástí výroby. Z toho vyplynul proces, který dokáže detekovat vadnou výrobu a zastavit ji po dobu, než dojde k její nápravě, aby se chyba nepřenášela dále. [7], [16]

Jidoka je taktéž někdy nazývána jako autonomizace. Slovo autonomizace vychází ze dvou slov automatizace a autonomie, tedy automatizace s lidským faktorem, který zastaví výrobu při výskytu omezujícího problému. Zajišťovat kvalitu výrobku ihned při výrobě je finančně i časově výhodnější, než kdyby se na chybu přišlo až později a musela by se dohledávat a napravovat dodatečně. [7], [16]

Ve společnosti, která se rozhodne využívat Jidoku, musí být možné okamžitě zastavit výrobu. Tento systém je znázorněn na obr. 9. Nečastější důvody pro zastavení výroby jsou:

Kvalitativní nedostatek – Pravděpodobně nejčastější důvod k využití Jidoky jsou problémy s nedostatečnou kvalitou výroby. Pokud se výroba včas nezastaví, tak se výrobku bude i nadále přidávat hodnota, který v závěru nebude možno použít vlivem předchozí chyby. I když se bude jednat o chybu opravitelnou, i přesto se jedná o plýtvání, protože je nutné vynaložit úsilí a finanční prostředky na úpravu výrobku. Další negativum nevyužití Jidoky je, že pokud se vzniklá chyba nebude řešit okamžitě při jejím vzniku, tak je obtížnější chybu odhalit a najít nápravné opatření. [7], [16]

Špatně nastavený proces – Problémy s kvalitou nejsou jediným důvodem pro zastavení výroby, může jím být i špatně nastavený proces. Do této skupiny spadá například přehřívání stroje. V takovém případě by se měla výroba zastavit, zkontrolovat stroj a případně opravit. Pokud by se stroj nezkontroloval, mohl by časem začít vyrábět zmetky nebo se případně pokazit. To by znamenalo daleko větší náklady na opravu a také i větší časovou náročnost. [16]



Obr. 9 Znázornění Jidoky [10]

2.11 Andon

Andon je systém, který je často používán s kombinací Jidokou a v překladu znamená svítidlo. Jedná o vizuální upozornění (semaforey, majáky Andonové tabule) nebo zvukové upozornění (siréna nebo zvonek) anebo jejich kombinace na neobvyklou situaci ve výrobě. Toto upozornění slouží především pro manažery a operátory, kteří rychle získají informace o stavu výroby. [7], [12], [17]

Primární činností Andonu je zefektivnění informačního toku při vyskytnutí problému se zpomalením nebo zastavením výroby. Nejčastěji se informace o neobvyklé situaci ve výrobě do systému dostávají ručně. Tedy pracovník zatáhne za andon šňůru nebo stlačí andon tlačítko. Obě varianty jsou hojně využívané, ale každá se hodí pro jiný druh výroby. Andon šňůra se využívá především pro rozměrnější výrobní/montážní prostory. Tlačítko by v tomto případě nebylo tolik efektivní, protože by operátor neměl tlačítko hned po ruce a musel by k němu dojít. Zato šňůra, která je natažena přes celý montážní box, je snadno dostupná pro všechny. [17]

Andon šňůra je obvykle zavěšená ze stropu a když nastane problém, tak se za ni zatáhne a tím předá informaci o aktuální situaci. Proces je převážně nastaven tak, že pokud se za šňůru zatáhne podruhé, tak se původní signál přeruší a to znamená, že je problém vyřešen. [17]

Je vhodné každý výrobní box opatřit tlačítkem nebo lanem, protože tehdy dostanete nejen informaci o problému, ale také přesnou lokaci, kde vznikl. V praxi se také využívají různá lana a tlačítka, která předávají jiné informace. Nejpoužívanější značení pro odlišení jednotlivých lan nebo tlačítek jsou barvy. Například žlutá barva může znamenat, že operátor objevil nějaký problém a není si jistý, jestli dokáže danou závadu odstranit sám. Pokud by objevil problém, který není schopný odstranit sám a je nutné zastavit výrobu, tak by použil červený signalizační prvek. Počet druhů signalizačních lan nebo tlačítek není nijak omezen a lze je přizpůsobit dle potřeb firmy, ale obecně se nedoporučuje jich používat více než 3. Pokud budou použity více než 3 signalizace, tak se může stát, že místo řešení vzniklého problému bude operátor přemýšlet, kterou signalizaci použít. [12], [17]

Tak jako v dnešní době proniká automatizace snad do všech odvětví průmyslu, tak i u Andonu to není výjimkou a využívají se automatizace pro vstupy systému Andon. Například v montážních linkách by systém mohl rozpoznat, zda byly dokončeny všechny operace, které mají být daný takt zhotoveny a zároveň by systém hlídal odchylky od časové normy. Tato data pak budou předána do Andon systému. Systém Andon také může obsahovat další informace o výkonnosti výroby například rychlost výroby, cíl objemu výroby a skutečný objem výroby. Vstupy pro systémy Andon se obvykle získávají pomocí různých snímačů, programů anebo manuálně zjištěných informací. [17]

Pravděpodobně nejjednodušším a nejpoužívanějším Andonem je semafor, který můžete vidět na obr. 10. Tento semafor může obsahovat jedno nebo více světel, které popisují aktuální stav daného pracoviště. Nejčastěji se užívá zelená barva pro bezproblémovou výrobu, žlutá pro varování a červená pro závadu a zastavení montáže. Často se využívají Andon tabule, ty shromažďují informace o jednotlivých výrobních pracovištích přehledně na jednom místě. Taková tabule je tvořena z různých světel a displejů, ale v dnešní době se stále častěji využívá velkoplošná obrazovka, na kterou se budou promítat informace o jednotlivých pracovištích. Na těchto obrazovkách lze promítat veškeré informace, které jsou ve firmě považovány za důležité: výrobní rychlost, zmetkovost výroby, efektivita anebo informace o problémech s materiálem. Tabule Andon mohou být spojeny se zvukovým upozorněním, ale stejně jako v případě Andon šňůry by se to s jejich množstvím nemělo přehánět a mělo by se zaměřit jen na opravdu podstatné informace pro výrobu. [12], [17]



Obr. 10 Andon [12]

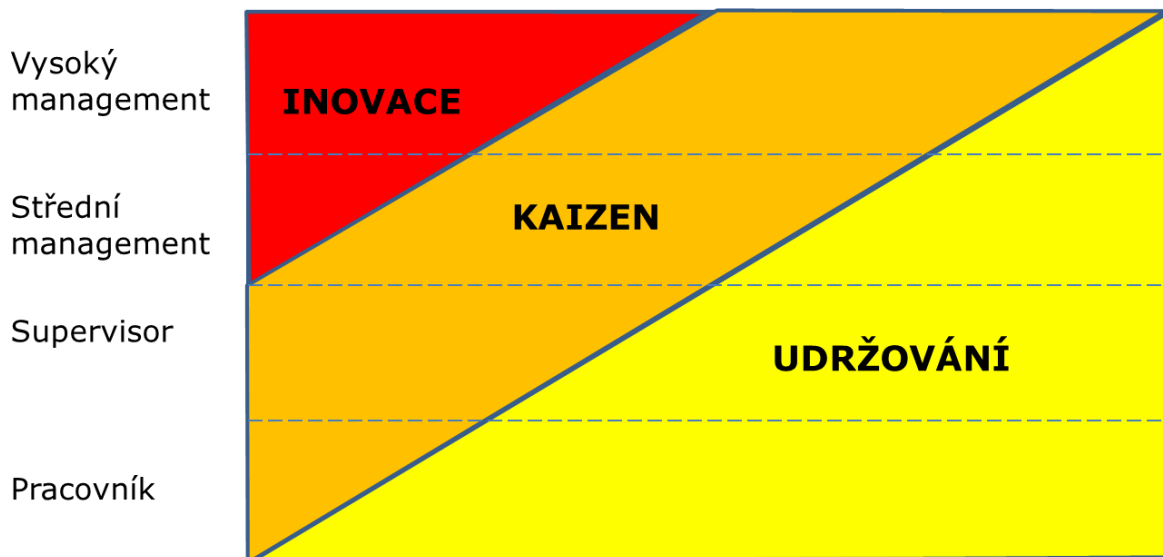
2.12 Kaizen

Slovo Kaizen je složené ze dvou slov, a to z kai – změna a zen – dobrý, lze jej tedy přeložit jako vylepšení nebo zlepšení. Metoda Kaizen se zabývá procesy, které vedou k neustálému se zlepšování. Kaizen se používá ve velké většině společností i když o tom některé ani nevědí anebo to nazývají jiným jménem. Protože pokud chcete uspět v konkurenčním boji o zákazníky, musíte neustále zlepšovat svůj produkt. [7], [18], [19]

Při použití Kaizenu lze zlepšení rozdělit na dva typy, a to na skutečná zlepšení a na řešení problémů, takzvané hašení požárů. Hranice mezi těmito dvěma typy je tenká a ve skutečnosti i proměnlivá, ale ani na jednu by se nemělo zapomínat. Velké množství firem totiž Kaizen vnímá jen jako nástroj na hašení požárů, které se vyskytnou během výroby, a ne jako komplexní nástroj pro neustálé zlepšování. [7], [18]

Dokonce i ty nejlépe nastavené výrobní systémy se časem opotřebovávají a zastarávají. Dochází ke stárnutí výrobní techniky jako jsou stroje a nástroje a tím upadá efektivita a kvalita práce, kterou vykonávají a je potřeba provést údržbu. Někdy je opotřebení zaznamenáno hned z důvodu rozbití stroje a nemožnosti pokračování práce. Jindy se zase opotřebení projevuje pozvolna, začne se snižovat efektivita a kvalita práce, které si nemusí nikdo všimnout. Systém se také může měnit vlivem vnějších faktorů. Všechno se neustále vyvíjí, to znamená, že pro nový produkt nemusí fungovat to, co fungovalo pro starý. Zákazník začne odebírat více nebo méně zboží anebo si najde nového dodavatele. To všechno ovlivňuje systém výroby, pokud společnost nemá zaostávat za konkurencí. Řešení aktuálních problémů je jen část zlepšení. Další aspekt je předcházení problémům, to je možné pomocí pravidelných servisů a dalších aktivit. Ve většině firem, vlivem řešení těchto problémů, nezbyde čas a energie na opravdové zlepšení. Pouze jen ty opravdu štihlé a organizované společnosti odhalují případná místa pro zlepšení. [7], [18]

Pokud má být Kaizen správně aplikován je potřeba, aby se na tom podílela celá firma napříč všemi odděleními a pozicemi. U Kaizen projektů by měl management a pracovníci ve výrobě úzce spolupracovat, protože jsou to právě pracovníci ve výrobě, kteří znají výrobní prostředí lépe než kdokoliv jiný. Na obr. 11 je znázorněno, jak Kaizen prolíná celou organizací firmy. [18], [19]



Obr. 11 Kaizen [19]

2.12.1 Zásady systému Kaizen

- Každému zlepšení je nutno věnovat pozornost, i těm které nemají tak velký dopad na výrobu. [19]
- Na Kaizenu by se měli podílet pracovníci z různých pozic ve firmě. Pracovníci z různých pozic mohou mít odlišné pohledy na danou problematiku. [19]
- Dříve než dojde k zavedení některého zlepšení je důležité jej nejdříve zhodnotit a zvážit pozitivní a negativní vlivy. [19]
- Kaizen je zhruba polovina práce každého dobrého manažera. [19]
- Manažeri z pohledu Kaizenu mají 3 úlohy. Vytvořit standart, udržovat ho a snažit se ho zlepšit. [19]
- Podporovat iniciativu pracovníků pro hledání zlepšení a také podporovat jejich zapojení v projektu. [19]
- Informovat své zaměstnance o aktuálních cílech, problémech ve výrobě, o směru, kterým se společnost ubírá atd. [19]
- Silná podpora nápadů na zlepšení od vedení společnosti. Případně motivovat své zaměstnance ke spolupráci prostřednictvím peněz nebo jiných materiálních věcí. [19]
- Vytvoření vhodných podmínek pro konzultaci nápadů pro zlepšení. Například zasedací místnost pro konzultace, ale také návštěvy managementu ve výrobě, aby šlo vidět, že se zajímají o zlepšení výroby. [19]
- Podporovat především návrhy na zlepšení, které se dají rychle zavést do výroby a nejsou příliš finančně náročné. [19]

2.13 Kanban

Kanban je další systém ze štíhlé výroby, který byl v Toyotě zaveden panem Taiichi Ohno. Samotné slovo Kanban znamená v japonštině štítek nebo karta. Hlavním cílem zavedení tohoto systému bylo zvýšení produktivity a efektivity výroby, která by vedla k lepší konkurenceschopnosti. Výsledkem bylo velké zvýšení efektivity výroby a zároveň snížení skladové zásoby rychloobrátkových materiálů a hotových výrobků. [13], [14], [20]

Kanban je systém, sloužící pro efektivní řízení pohybu materiálů, přemontovaných dílů a informací. Pomocí kanbanového systému lze velice dobře sjednotit materiálový tok s průběhem výroby, protože jsou do kanbanu objednány pouze součásti, které jsou opravdu potřeba v nutném množství a v určitém čase tak, aby nevznikaly nadbytečné skladové zásoby. Systém kanban se vyplatí využívat především u společností, které mají vysoký počet opakujících se součástí s velkým odbytem [13], [14]

Princip kanbanu lze vidět i v každodenním životě každého z nás. Například při nákupu zboží v supermarketu. Při nákupu si zákazník vybere zboží z regálů a zamíří k pokladně, kde je ze zboží sundána kanbanová karta (více o kanbanové kartě v kapitole 2.13.1). Ta je pomocí kanbanové pošty převezena do skladu a tím sklad dostane informaci, že je potřeba vyskladnit určitý produkt. Po vyskladnění zboží zpět do regálu jsou doplněny i kanbanové karty a tím se celý proces uzavře. V tomto případě se jedná o velmi zjednodušené znázornění systému kanban, který je ve většině firmách daleko komplexnější. [14]

2.13.1 Pravidla kanbanu

Při tvorbě kanbanového systému je nutné splnit předpoklady a řídit se pravidly, která jsou pro daný systém podstatná. [14]

Předpoklady pro tvorbu kanbanového systému: [14]

- Řádně proškolený personál ohledně tohoto systému. [14]
- Vysoká potřeba po kanbanových materiálech. [14]
- Dobrá kontrola kvality ve výrobě. [14]
- Podpora a příprava ze strany managementu. [14]

Pravidla pro správné fungování kanbanu: [14]

- Nákup a vyrábění zásob je řízeno kanbanovou kartou. [14]
- Bez kanbanových karet na pracovišti nelze provádět žádné další úkony. [14]
- Kanbanové karty jsou přemísťovány vždy společně s materiálem. [14]
- Do dalšího procesu se nesmí dostat materiál, který je poškozený nebo zaměněný. [14]
- Výrobní personál je zodpovědný za uložení materiálu do boxů. V případě nedodržení kvality se celý proces zastaví, dokud se chyba neodstraní. [14]

2.13.2 Kanbanová karta

Kanbanová karta je klíčový prvek systému kanban, která slouží pro přenos informací během výrobního procesu. Příklad kanbanové karty je na obr. 12. Každá taková karta by měla mít tyto 4 zásadní informace: [13], [14]

- Materiálové číslo a jeho popis [13], [14]
- Počet dílů, velikost dodávky [13], [14]
- Informace o dodavateli [13], [14]
- Informace o zákazníkovi, spotřebním místě [13], [14]

Dodavatel: PU1 Popis: Production Unit 1	Zákazník: PU2 Umístění: Loc02 Kontejner: Box 1
#Kanbans: 9	Množství: 100
Vytvořeno: 10/12/2013 22:33:00 Vytisřeno: 11/12/2013 12:10:11	Popis: Item 012345
 INTEGRATED KANBAN SYSTEM Číslo dílu : 012345	Kanban ID:  1090

Obr. 12 Kanbanová karta [13]

V některých případech je výhodnější využít etiketu místo běžně používané plastové kanbanové karty. V takovém případě je etiketa opatřená čárovým kódem nebo RFID čipem umístěna přímo na kanbanovou položku. [14]

2.13.3 Kanbanový supermarket

Kanbanová karta je přiřazena ke kanbanové boxu, ve kterém se nachází požadovaný materiál a ten je přemístěn na potřebné místo. Kanbanové boxy se ukládají do regálů, kde jsou přichystány k použití a tento prostor se nazývá kanbanový supermarket. Kanbanové boxy pro drobné a vysokoobrátkové materiály se umísťují za sebe. Pokud je některý box již prázdný, tak se odebere a nahradí jej další v pořadí. Z prázdného boxu se sejme kanbanová karta a umístí se na určené místo. Tím se předá informace, že je potřeba tento materiál doplnit. Příklad kanbanového supermarketu s kanbanovými boxy je zobrazen na obr. 13. [13], [15]



Obr. 13 Kanbanový supermarket [15]

2.14 Špagetový diagram

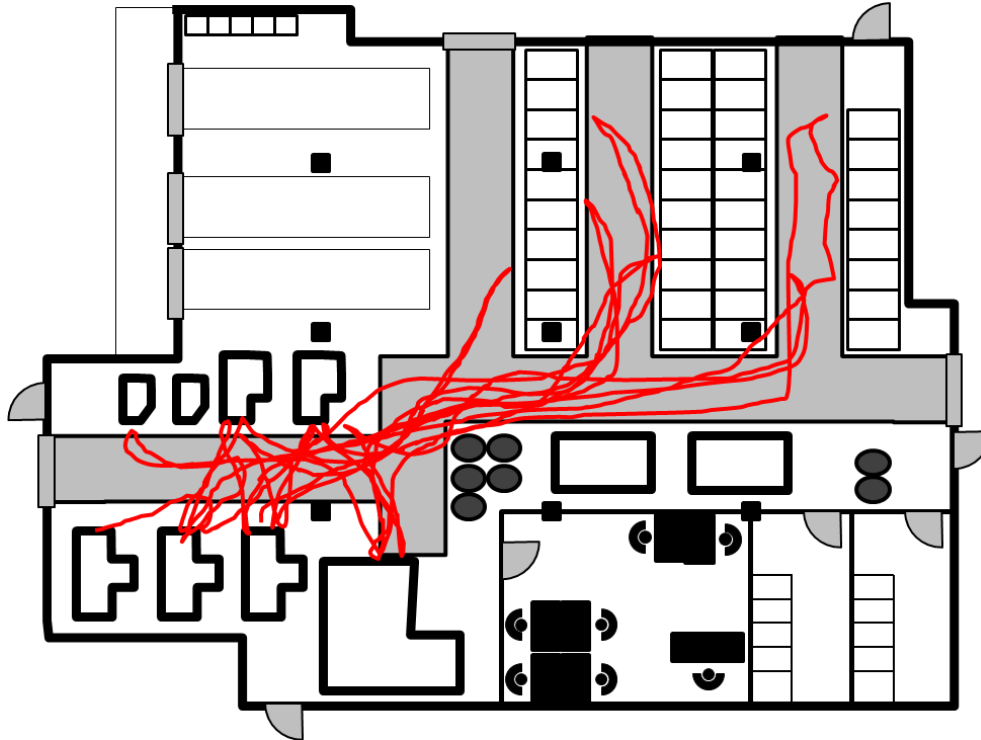
Špagetový diagram je další z nástrojů štíhlé výroby k zamezení plýtvání v procesech, konkrétně redukuje plýtvání vlivem transportu, čekání a pohybu. Špagetový diagram je nástroj sloužící k vizualizaci a analýze pohybu materiálů, dokumentů a pracovníků během aktivit v daném procesu. Detailně popisuje materiálový tok, uraženou vzdálenost a čekací dobu předmětů, které se v procesu nachází, dále mapuje pohyby lidí a transport materiálu mezi jednotlivými pracovními stanovišti. [21], [22], [24]

Špagetové diagramy nachází své uplatnění především ve výrobních procesech, které je potřeba zefektivnit. Špagetový diagram se skládá z nákresu pracovního stanoviště a z takzvaných špagetových čar, které symbolizují pohyb pracovníků během výrobního procesu. Vytvořený diagram zobrazuje neefektivní pohyby, které mohou být zlepšeny a tím snížit dobu výrobního cyklu. Doba výrobního cyklu je významná informace, každý proces trvá rozdílnou dobu a zkrácením této doby se zvýší efektivita daného procesu. Špagetový diagram v souvislosti s měřením času, poskytnou informace o tom, které operace lze zdokonalit ke zkrácení doby cyklu. [21], [22]

2.14.1 Tvorba špagetového diagramu

První je potřeba mít nakreslenou přesnou plochu oblasti neboli layout, který se bude analyzovat. Layout může být na papíře, kde se budou kreslit pohyby tužkou nebo je možné využít tablet s elektronickou tužkou, kde lze lépe monitorovat pohyby. Je nutné zahrnout veškeré fyzické objekty, které se v dané oblasti nachází. Zahrnují se i objekty, které nesouvisí s analyzovaným procesem, špagetový diagram znázorňuje kompletní výrobní plochu. [21], [22]

Po získání plochy výrobní oblasti je vhodné očíslovat veškerá místa, která jsou součástí analyzovaného procesu. Číslování se zde týká výrobního pracoviště, ale také i míst, kde jde pracovník jen pro nástroj potřebný k výrobě nebo náhradní díl. Následuje kreslení čar pohybu pracovníka. Je doporučeno využít dostatečné množství barev pro tvorbu čar a také, čím je proces komplexnější, tím používat tenčí čáry. Zajistí se tak přehlednost a lepší orientace v diagramu při analýze. Čáry jsou kresleny podle každého pohybu, který pracovník vykoná. Opomínat by se neměli drobné pohyby a opakované pohyby. Dokončený diagram svým vzhledem připomíná opravdové špagety. Ukázka takového diagramu je zobrazena na obr. 14. [21], [22], [24]



Obr. 14 Příklad špagetového diagramu [24]

Pokud je prováděna opravdu podrobná analýza procesu, je vhodné spojit špagetový diagram s měřením času a vzdálenosti pohybů, které se uskuteční během výrobního procesu. Pro měření časové náročnosti lze využít stopky, pro měření vzdálenosti se využívá měřicí kolo a naměřené hodnoty se připojí k diagramu. Provedení těchto měření poskytne celkový přehled o pohybech během celého procesu, ale také informace o jednotlivých operacích. [22]

2.14.2 Analýza špagetového diagramu

Po vytvoření špagetového diagramu lze vidět, jaké změny jsou potřeba udělat k zefektivnění výrobního procesu. Úkony, které jsou provázané, by se měly nacházet co nejbližší u sebe, protože se jedná o nejvytíženější cesty. Také cesty, které mají nejdelší vzdálenost nebo největší čekající čas, je vhodné přemístit kvůli snížení vzdálenosti a tím zvýšit efektivnost celého procesu. Při návrhu optimalizace pracoviště se často využívá uspořádání úkonu do tvaru C, U, obdélníku nebo kruhu. V závislosti na požadavcích každého procesu je možné si daný tvar přizpůsobit dle svých potřeb. Projektoví manažeři a odborníci na problematiku Leanu by si měli být nápomocni při návrhu vhodnějšího uspořádání úkonů. Po vytvoření nového návrhu layoutu se provádí simulace, kde se sledují nové trasy, vzorce chůze a čekající časy. Případně se provádí korekce při odhalení míst, které jsou možné ještě zlepšit. Nový špagetový diagram bude tedy jednodušší než ten původní a při porovnání původního a nově vytvořeného diagramu bude na první pohled patrné, jak velkým zefektivněním procesu došlo. [21], [22]

2.15 Metoda 5x proč

Metoda 5x proč je z dalších metod štíhlé výroby, která se na první pohled jeví jako primitivní, ale její správné použití může být poněkud obtížné. Princip metody spočívá v položení pěti otázek proč. Tím lze odhalit opravdovou kořenovou příčinu a neřešit jen důsledky, které vznikly z původního problému. Pokud nedojde k odstranění kořenové příčiny, problémy se mohou neustále opakovat v další výrobě. Zde je ukázka řešení problému za pomoci metody 5x proč, z praxe kdy nespustí automobil: [25], [26], [27]

- Proč automobil nespustí? => Autobaterie je vybitá. [25]
- Proč je autobaterie vybitá? => Alternátor nedobíjí autobaterii. [25]
- Proč alternátor nedobíjí autobaterii? => Alternátor je poškozený. [25]
- Proč je alternátor poškozený? => Alternátor je opotřeбенý. [25]
- Proč je alternátor opotřeбенý? => U automobilu se neprováděl servis. [25]

V tomto jednoduchém případě je kořenová příčina - servis, který neproběhl. Pokud by se po jedné otázce proč nepokračovalo dále a autobaterie by se jen nabíla, tak by zanedlouho nastal ten samý problém a znovu by se řešilo, proč automobil nefunguje. [25], [27]

Metodu 5x proč je efektivní využít při lineárním řešení problému, kde se nachází jen jedna kořenová příčina nebo co nejmenší množství. Čím více možných příčin v daném problému bude, tím je použití této metody náročnější. Sice díky metodě lze zjistit možnou příčinu, ale nemusí se jednat o tu nejpodstatnější a s velkou pravděpodobností to nebude ani jediná. V takových případech je doporučeno namísto 5x proč použít metodu rybí kosti, která efektivně analyzuje větší množství příčin vzniku problému. Stejně tak by se metoda měla používat jen pro relevantní problémy, které lze vyřešit a takové vyřešení problému povede k pozitivní změně. [25]

Metodu 5x proč je možné využívat jako jednotlivce nebo i jako tým specialistů. Je výhodnější využívat tuto metodu v týmu, protože se při jejím použití musí vytvářet a následně ověřovat hypotézy o řešení problému. Každý člověk může mít odlišný pohled na danou problematiku a tím i mít odlišné návrhy řešení. Jako je důležité, kdo se ptá, tak je i důležité jaké odpovědi dostává. Pokud odpovědi na otázky proč, budou jen domněnky nebo tipování, tak nalezení správného řešení problému bude náležit náhodě. Kdyby na výše uvedeném příkladu s autem, které nespustí, byla vybitá baterie jen domněnka a reálný problém by byl nedostatek pohonné hmoty v nádrži, tak se opravdová kořenová příčina neodhalí. Po servise automobilu by pořád nespustoval a celý problém by se řešil znovu. Z tohoto důvodu je důležité, aby odpovědi na otázky proč byli pravdivé. Pokud si někdo není odpovědí na otázku jistý, je lepší přiznat, že odpověď nezná a společným úsilím najít odpověď na otázku než vycházet ze špatné odpovědi. [25], [26]

Dalším problémem, který se často vyskytuje při odpovědi na otázku proč je svalení viny na někoho jiného. V takovém případě je prakticky nemožné najít kořenovou příčinu daného problému. Je důležité se zaměřit spíše na chyby ve vašich procesech než na chyby v lidech. Informace, že právě tato osoba udělala toto, je naprosto irelevantní, pokud nevíte, co tu osobu vedlo k tomu to udělat. Je takové pravidlo, že do třetí otázky proč se hledají odpovědi v procesech a od čtvrté se hledají odpovědi v lidech, tedy kdo udělal co. Také by otázky proč, měly odhalit další příčiny a ne jen příznaky problému. Potom by se musela každá odpověď ověřovat, zda je užitečná, jediná anebo alespoň nejpravděpodobnější. V některých případech je to na první pohled zřejmé a v některých je potřeba provést sběr dat anebo testování k určení užitečnosti odpovědi [25], [26]

Jak název této metody napovídá mělo by se položit pětkrát otázka proč k odhalení kořenové příčiny vzniklého problému. Počet otázek nemusí být za každou cenu přesně pět, je to spíše doporučení než pravidlo, které se za žádných okolností nesmí porušit. Účelem je dostat se do dostatečné hloubky a opravdu pochopit podstatu řešeného problému. Na to někdy stačí pouze dvě otázky a někdy nestačí ani šest otázek proč, vše záleží na položené otázce a odpovědi. Odhalení kořenové příčiny u příkladu výše může být i jen ve dvou otázkách. [25], [26]

- Proč automobil nestartuje? => Alternátor má poškozený řemen [25]
- Proč má alternátor poškozený řemen? => Auto nebylo udržované [25]

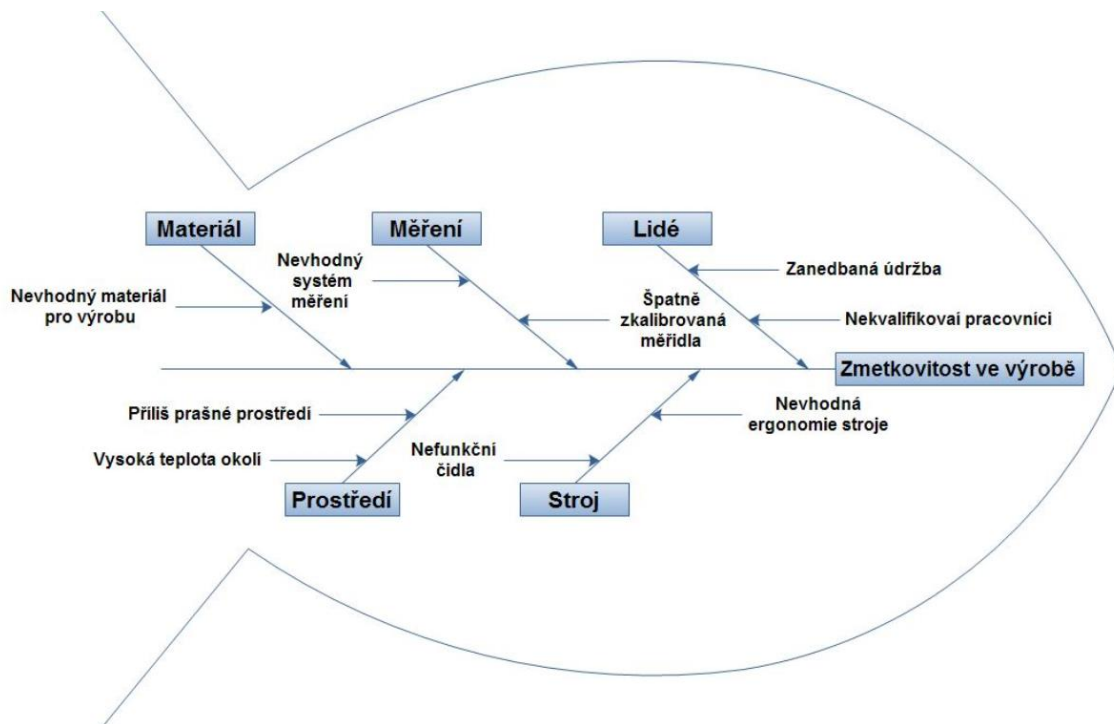
Zároveň je, ale možné ještě pokračovat dále a využít více než pět otázek a pokračovat v hledání dalších příčin.

- Proč automobil nebyl udržovaný? => Údržbáři mají hodně práce. [25]
- Proč Údržbáři mají hodně práce? => Není jich dostatek. [25]

Tímto způsobem, lze postupovat dále, je ale důležité vědět, kdy se přestat ptát. Otázky jsou kladeny do doby, než dostanete odpověď, která bude prověřená a dovolí odstranit příčinu, která problém způsobila. [25]

2.16 Diagram rybí kosti

Diagram rybí kosti, někdy taky nazývaný jako diagram příčin a důsledků anebo také po svém autorovi, Ishikawa diagram. Je to grafický nástroj pro odhalení nejpravděpodobnější příčiny řešeného problému. Princip této metody spočívá v myšlence, že každý problém, tedy následek, má nějakou příčinu nebo kombinaci několika příčin. Stejně jako metodu 5x proč, ji lze využívat jako jednotlivce anebo častěji ve skupině, kde je metoda efektivnější. Při práci ve skupině by měl být tým tvořen pracovníky, které zastávají různé funkce ve firmě a taktéž se liší jejich zaměřením. Tím získáte různorodé pohledy na danou problematiku. Ukázka diagramu rybí kosti je znázorněna na obr. 15. [28], [29], [30]



Obr. 15 Příklad diagramu rybí kosti [28]

Při tvorbě Ishikawa diagramu se vždy začíná takzvaně od hlavy ryby, tedy řešený problém se umístí na pravou část. Poté se z hlavy ryby vynesou čáry, takzvané hlavní kosti, které představují možné kategorie problémové příčiny. Je dobré tyto kategorie oddělit různými barvy pro lepší přehlednost. Nejčastěji používané kategorie jsou: materiál, měření, lidé, prostředí, stroj, technologie, metody, procesy, dodavatelé, dovednosti a bezpečí. Tyto standartní kategorie jsou spíše doporučení, které nemusí být využity. Označení kategorií by mělo především dávat smysl vzhledem k řešenému problému, proto není nutné se snažit, za každou cenu, využít všechny kategorie. [28], [29], [30]

Po znázornění kategorií vhodných pro řešený problém se do diagramu přidají další čáry ke každé kategorii. Ty znázorňují možné příčiny jednotlivých kategorií, které vedly ke vniku problému. V případě potřeby je možné k těmto čarám přidat ještě další takzvané podpříčiny, počet podskupin není nijak omezen, ale poté se diagram může stát nepřehledný a příliš komplikovaný. Poté se diagram zanalyzuje a určí se příčina problému, která nejpravděpodobněji způsobila problém a ta se odstraní. Poté se sleduje, jestli se problém znovu objeví, pokud ne, jednalo se o kořenovou příčinu a problém je vyřešený. Pokud se problém opakuje, vytvořte znovu rybí diagram a hledejte nové možné příčiny. [28], [29], [30]

2.17 Průmyslový tisk

Tisk je definován jako reprodukce textu nebo obrázku, dle předlohy, na potiskovaný materiál. Je několik možností, jak rozdělit druhy tisku. První rozdělení, které je možné, je na konvenční a digitální tisk. Konvenční tisk probíhá pomocí tiskové formy, která může mít různé tvary, například desky nebo matrice. Digitální tisk nevyužívá žádné tiskové formy. Ukázkou digitálního tisku je možné znát z každodenního života, protože do této skupiny spadají inkoustové a laserové tiskárny. Další možné rozdělení je podle způsobu, kterým je barva nanášena na materiál, a to na přímý a nepřímý. Při přímém tisku se tisková forma přímo dotýká materiálu, který bude potisknutý, bez žádného přenosového prvku. U nepřímého tisku nedochází ke kontaktu tiskové formy a potisknutého materiálu. Využívá se zde přenosový prvek, který může být například ve formě válce, ze kterého se přenáší barva na materiál. Další rozdělení tiskových metod je podle toho, jak fungují. Dělí se na tisk z výšky, tisk z hloubky, tisk z plochy, digitální tisk a průtlačný tisk. Jednotlivé rozdělení tisku se vzájemně nevylučuje, ale naopak tvoří všeobecné dělení. Například ofsetový tisk patří do kategorie konvenčního tisku a zároveň i do tisku z plochy a nepřímého tisku, protože využívá přenosový prvek. Tímto způsobem lze rozdělit veškeré tiskařské metody. Využití tiskařské metody závisí na materiálu určeného k potisku a také na kvalitě tisku. Každá tiskařská metoda má své výhody a nevýhody, a proto má i různé využití. [31], [32]

2.18 Tisk z výšky

Tisk z výšky je definován tisknoucí plochou, která vystupuje nad netisknoucí plochu. Princip tohoto druhu tisku lze dobře vysvětlit na razítku. Tisková forma neboli razítko, má některá místa vyvýšená nad ostatní. Na tyto vyvýšená místa se aplikuje barva, která za pomoci tlaku obtiskne žádoucí motiv na potiskový materiál (například papír). Nevyvýšená místa se nedostanou do dotyku s potiskovým materiálem a díky tomuto principu je dosaženo kopírování předlohy. Na této základní myšlence funguje jak razítko, tak i tisk z výšky. Nejčastěji používané metody z kategorie tisku z výšky jsou knihtisk a flexotisk. [31], [32]

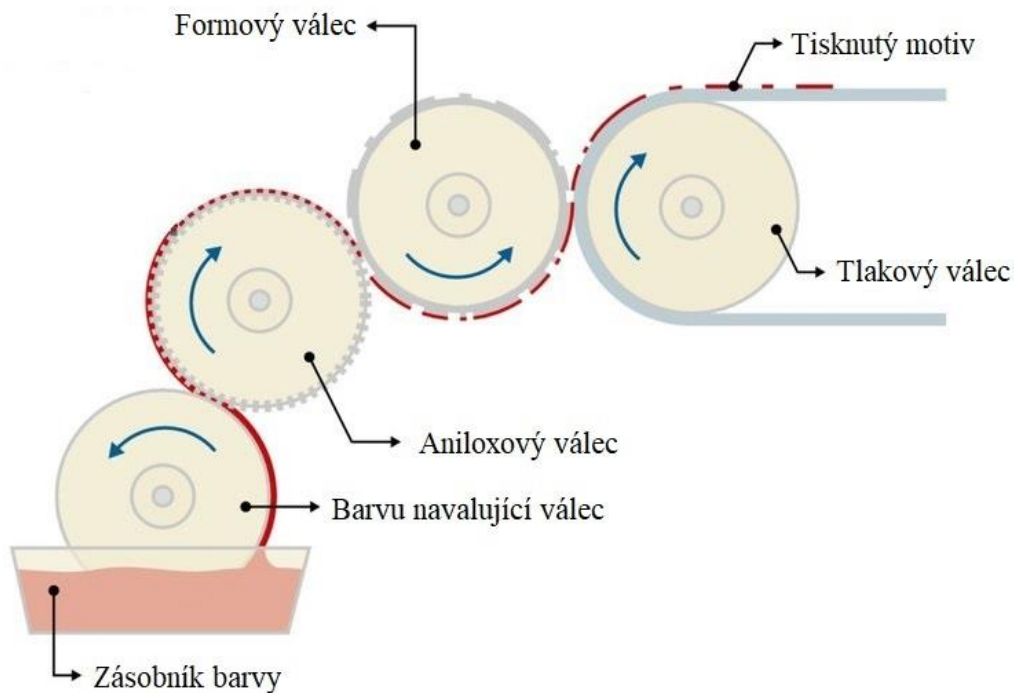
2.18.1 Knihotisk

Jedná se o metodu tisku, která se řadí mezi ty nejstarší. První zmínky sahají až do 9. století v Číně. Princip metody je v nanesení barvy na vyvýšená místa na tiskové formy, která se posléze obtiskne na potiskovaný materiál. Nejčastěji se využívá pro jednobarevný tisk

a spadá do kategorie konvenční přímý tisk. Může se zdát, že se z pohledu dnešních technologií jedná o zastaralou metodu, ale i v dnešní době může být cenově výhodnější než ostatní metody. Své využití má například pro potisk obálek, vizitek a dalších podobných materiálů. Avšak možnosti využití stále klesají. Nejčastěji bývá knihtisk nahrazen ofsetovým tiskem, a to především kvůli rychlosti, kterou knihtisk nemá příliš velkou. [31], [32]

2.18.2 Flexotisk

Flexotisk je další druh tisku z výšky podobně jako knihtisk, ale je mnohem propracovanější a tím má i širší využití. Flexotisk funguje na principu několika válců, které jsou zobrazeny na obr. 16. Jedná se o válec navalující barvu, aniloxový válec, formový válec a tlakový válec. Barvu navalující válec, někdy také nazývaný duktor, nabírá ze zásobníku a ta je přenesena na aniloxový válec s malými jamkami, sloužící pro zachycení barvy. Aniloxové, někdy nazývané jako rastrové válce, se obvykle vyrábí buď z kovu nebo z keramiky. Válce z keramiky mají vyšší délku životnosti než válce z kovu a to až čtyřnásobnou. Jamky ve válci pro zachycení barvy jsou zhotoveny gravírováním. Gravírování se provádí za pomoci diamantového hrotu nebo pomocí laseru. Po zachycení barvy v jamkách rastrového válce, je poté přenesena na formový válec. Formový válec má na sobě elastickou tiskovou desku, která je pro tento způsob tisku typická. Dříve se tisková deska vyráběla převážně z pryže, ale postupně pryž nahradily fotopolymery a gummy. Umístění tiskové desky k formovému válci probíhá pomocí oboustranných lepících folií anebo návleků, které nesou motiv tisku. Samotný tisk probíhá přímáčknutím potiskového materiálu tlakovým válcem k formovému válci. Tím dojde k natisknutí předlohy na materiál. [31], [32],



Obr. 16 schéma flexotisku [33]

Výhodou Flexotisku je především široká škála materiálů, na které lze tisknout například papír, plast, folie a plastové obaly. Flexotisk dovoluje potisk i nestálých materiálů s nerovným povrchem. Jedná se o nejuniverzálnější metodu tisku. Mezi nejvýznamnější nevýhody patří možné deformace tisku, vlivem využití elastických materiálů na formovém válci pro přenos tiskového motivu. [31], [32],

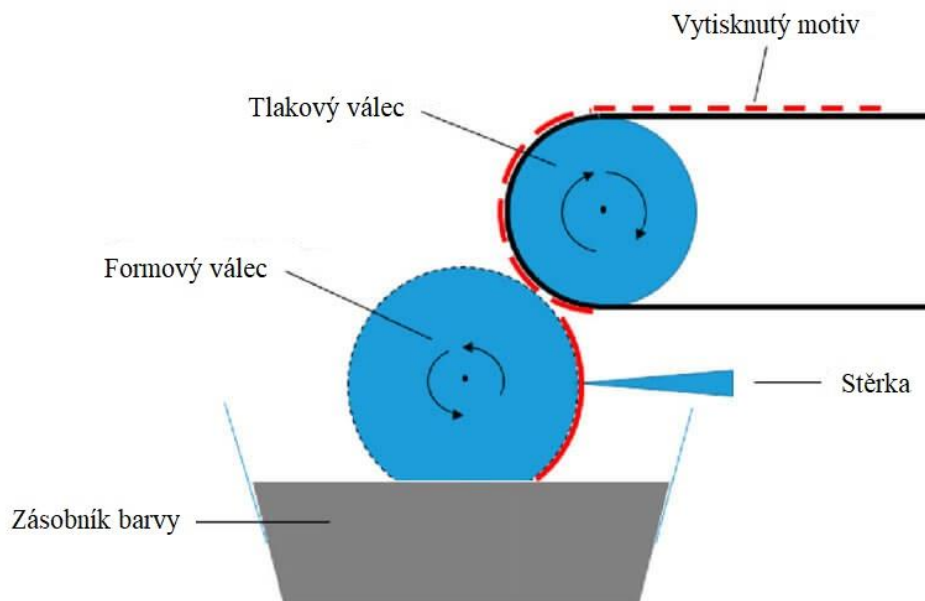
Jak bylo zmíněno, flexotisk je hojně využíván především kvůli své univerzálnosti. Z tohoto důvodu musí být i stroje určené pro flexotisk univerzální. Nejčastěji bývají stroje uspořádány lineárně, kde jsou umístěny v řadě za sebou. Další možností uspořádání je umístit agregáty okolo centrálního tlakového válce, avšak toto uspořádání není moc časté. Stroje jsou nejčastěji používány pro tisk z role do role. To znamená, že na jednom konci je odvíječ s potiskovým materiálem, který projde tiskem a na druhém konci je opět navinut do role. Je možné využít i variantu s nožem, ta po tisku rovnou dělí potisknutý materiál na požadovaný formát. Flexotiskařské stroje lze kombinovat i se stroji, které využívají jiný druh tisku. Častá je kombinace flexotisku s hluboko tiskem, díky této kombinaci lze nanášet na potisknutý materiál speciální ochranné prvky. Dále se kombinuje se sítotiskem, a to v případech pokud je zapotřebí nanést velkou vrstvu barvy v určitých místech. [31], [32]

2.19 Tisk z hloubky

Princip tisku z hloubky je přesně opačný než tisk z výšky. Tisknoucí plochy jsou pod úrovní netisknoucích ploch. Na celou tiskovou formu je nanášena barva, která je setřena z netisknoucích míst a zůstane jen na tisknoucích plochách. Pomocí tlaku následuje tisk motivu na potiskový materiál. Nejpoužívanější představitelé tisku z hloubky jsou hlubotisk a tamponový tisk. [31], [32]

2.19.1 Hlubotisk

Princip hlubotisku spočívá v zaplnění tisknoucích míst řídkou, rychleschnoucí barvou. Tato barva se otiskne na potiskový materiál a k její fixaci dochází při odpařování těkavých rozpouštědel. Pro tuto metodu se nejčastěji používá potiskový materiál ve formě papíru. Základní technika hlubotisku je založena především na dvou válcích. Válec, na kterém je tisková forma, nazývaný formový válec a přítlačný válec. Na formový válec je z jedné části nanášena barva a ta se ve válci zachycuje. Nadbytečná barva je z netisknoucích míst setřena pomocí stěrky a barva zůstane jen v tisknoucích plochách pod povrchem válce. Samotný tisk probíhá přitlačením potiskového materiálu pomocí tlakového válce k formátovacímu válci s vyrytým motivem tisku. Znázornění metody je na obr. 17. Hlubotiskové stroje bývají téměř vždy konstruovány jako rotační a díky tomu je možné tisknout z role do role. [31], [32]



Obr. 17 schéma hlubotisku [34]

Mezi výhody hlubotisku patří vysoká rychlost tisku a velmi kvalitní tisk i v případě použití méně kvalitního potiskového materiálu. Mezi nevýhody patří vysoké náklady předtiskové přípravy z důvodu tvorby nového formátového válce pro každou změnu tisku. Proto se hlubotisk využívá u tisku velkých sérií stejného motivu, pro malé množství výtisků tato metoda není vhodná. Nejčastěji se hlubotisk využívá pro potisk katalogů, letáků, časopisů a pro některé druhy obalů. [31], [32]

2.19.2 Tamponový tisk

Tamponový tisk v podstatě upravený hlubotisk, který je doplněný o pryžové tampóny. Z důvodu použití tamponů se jedná o nepřímou metodu tisku, tedy tisková forma a potiskový materiál nepříjdu do kontaktu. Začátek tiskařského procesu je stejný jako u hlubotisku. Nejprve je na formový válec nanesena barva a přebytečná barva je setřena stěrkou, tím se docílí, že barva zůstane pouze v zahloubených místech. Doposud byl postup totožný s hlubotiskem, nyní se začne lišit a to použitím tampónu. Ten se přitiskne na tiskovou formu a tím dojde k obtisknutí motivu na tampón. Z tampónu se přenesou tiskový motiv na potiskový materiál. Během tisku z tampónu je opět na formový válec nanášena barva a proces začíná znovu. Při použití této metody je zapotřebí využít speciální barvu, která nezasychá rovnoměrně a je na povrchu mírně lepkavá. [31], [32]

Díky využití tamponů se tisk přizpůsobí téměř k jakémukoliv povrchu nebo velikosti, a to i dokonce výrazně nerovnoměrnému povrchu, kde by ostatní tiskařské metody neuspěly. Nejčastěji se této metody využívá pro potisk malých a nerovných materiálů jako jsou například propisky, zapalovače, žetony do košíku, různé hračky, kosmetické výrobky nebo i injekční stříkačky. [31], [32]

2.20 Tisk z plochy

Při tisku z plochy nejsou na tiskové ploše žádná vyvýšená místa jako tomu bylo u tisku z výšky a z hloubky. Tiskařská forma je u této metody rovná a využívá rozdílných fyzikálních a chemických vlastností různých materiálů. Tisknouce plochy jsou uzpůsobeny tak, aby k nim barva přilnula a netisknouce místa zase naopak barvu odpuzují. Tisková forma s nanesenou barvou je pomocí tlaku přitlačena na potiskový materiál a tím se obtiskne požadovaný motiv na potiskový materiál. Mezi metody tisku z plochy patří často využívaný ofsetový tisk a také světlotisk. [31], [32]

2.20.1 Ofsetový tisk

Ofsetový tisk se řadí, mezi nejpoužívanější tiskařské metody. Dělí se na vlhčený a suchý ofset, kde se liší podle přítomnosti vody při tisku. Jedná se o nepřímou tiskařskou metodu, a tak se zde využívá pro přenesení tisknutého motivu mezičlánek, nejčastěji ve formě ocelového válce, který je potažen gumovým povlakem. Stroje pro ofsetový tisk se vyrábí převážně jako válcové a skládají se z formového válce, přenosného válce, barvicího válce, tlakového válce a v případě vlhčeného ofsetu je zde i vlhčící válec. [31], [32]

Princip ofsetového tisku spočívá v umístění barvicích a vlhčících válců kolem formového válce. Formový válec je nejdříve navlhčen a poté je na něj nanesena barva. Tisknutý motiv je následně obtisknut na gumový povrch přednášecího válce, ze kterého je motiv předán na potiskový materiál. U suchého ofsetu je postup identický až na část vlhčení, ta se neprovádí. U suchého ofsetu se nepoužívají vlhčící válce, ale jsou nahrazeny principem termoregulace válců. Pokud by teplota byla příliš vysoká, tak se zvýší i viskozita barvy a tím se může přichytit i na netisknouce místa. Pokud by teplota byla naopak nízká, tak vzniká opačný problém s tím, že barva má potíže se přichytit na místa tomu určená. [31], [32]

U vlhčeného ofsetového tisku jsou tiskové plochy hydrofobní a netisknoucí plochy hydrofilní. To znamená, že tiskové plochy odpuzují vodu a netisknoucí naopak přitahují. Pro tisk se používají olejové barvy, které jsou také hydrofobní, a proto se uchytí jen na místech potřebných pro tisk. U vlhkého ofsetu může být drobný problém použití vody. Kvůli vodě je obtížnější udržet vyvážení barev a také může způsobit natažení. [31], [32]

Suchý ofset nepoužívá žádnou vodu, ale využívá rozdílnosti, fyzikálně-chemického rozdílu, na tiskové formě. Celá tisková deska nese dva potahy s odlišnými vlastnostmi. První spodní vrstva je polymerová a tvoří tisknoucí vrstvu na které se barva uchycuje. Druhá horní vrstva je silikonová je netisknoucí a barva se na ni nezachytí. Pomocí laseru je z tisknoucí formy odstraněna silikonová vrstva ve tvaru motivu tisku. Tím se odhalí polymerová vrstva a vytvoří se tisknoucí místa. Nevýhoda suchého offsetu je vznik bílých skvrn takzvané odlupování barvy. To vzniká odlupováním barvy mezi jednotlivými vrstvami. Obvykle se tento problém objeví po několika stovkách tisků a tiskovou formu je potřeba přemýt. Suchý ofset se spíše využívá na nízko nákladové tisky. [31], [32]

Ofsetový tisk se téměř vždy využívá pouze pro tisk na papír. Nejčastěji se tisknou knihy, časopisy, prospekty, letáky atd. Ofsetový tisk není moc všestranný, co se týče potiskového materiálu, ale díky dobré kvalitě tisku, rychlosti a nízkým nákladům probíhá zhruba 60 % tisku právě na ofsetových strojích. [31], [32]

2.20.2 Světlotisk

U světlo tisku se využívá skleněná deska jako tisková forma. Na skleněnou desku je aplikována speciální želatinová vrstva, která reaguje na světlo. Tisk probíhá prosvětlením desky přes motiv tisku. Na místech, kde dopadá světlo, želatina ztvrdne a tato místa se stanou tisknoucí. Na skleněnou desku je posléze nanášena barva, které se uchytí na ztvrdlých místech a tam kde želatina zůstala měkká, se barva nezachytí. Pomocí tlaku je požadovaný motiv obtisknut na potiskový materiál. Metoda je velmi zdlouhavá a tisková forma má životnost pouze pár výtisků. Používá se především v uměleckém průmyslu pro reprodukci obrazů, protože světlotisk dokáže tisknout jemné odstíny barev. [32]

2.21 Digitální tisk

Digitální tisk patří mezi nejmodernější druhy tisku, který vznikl v 70. letech minulého století. Je to jediný způsob tisku, který nevyužívá žádnou tiskovou formu, mezičlánek nebo tlakový válec. Motiv tisku je rovnou přenášen z počítače na potiskový materiál. První druh digitální tiskárny byla jehličková tiskárna. Ta se už v dnešní době prakticky nepoužívá, využívá se jen pro tisk jednoduchých textů jako jsou účtenky, stvrzenky nebo jízdenky. V dnešní době se používají dva druhy digitálního tisku, a to laserová tiskárna, která pracuje na bázi elektrografie a inkoustová tiskárna. [31], [32]

2.21.1 Inkoustové tiskárny

Princip inkoustové tiskárny funguje na velice rychlém vystříknutí malého množství barvy na potiskový materiál. Malá kapka barvy o velikosti 35 pikolitrů je vystřelena rychlostí od 50 po 100 kilometrů za hodinu. Vzdálenost mezi trysek a potiskovým materiálem je jen 1 mm. Inkoustové tiskárny se dále dělí na termální, piezoelektrické a voskové. [31], [32]

Mezi výhody inkoustového tisku patří klidný provoz tiskárny a kvalitní tisk. Na druhou stranu jsou barvy do inkoustových tiskáren nákladné, hrozí ucpání trysek vlivem zaschlé barvy a životnost tisku je omezená, barvy začínají po určité době blednout. [31]

2.21.2 Laserové tiskárny

Princip laserové tiskárny spočívá v přenosu elektrického náboje. Válec je nabit elektrostatickou elektřinou pomocí laserového paprsku, v místech k docílení motivu tisku. Takto nabitý válec začne přitahovat opačně nabitý tonerový prášek, který se uchytí na místech nabitých laserem. Tonerový prášek je posléze přesunutý na potiskový materiál, kde se pomocí tlakového válečku zahřátého na vysokou teplotu upevní. Po přenosu práškového toneru na potiskový materiál jsou z nabitého válce odstraněny zbytky toneru mechanickým stěračem. Poslední krok v laserovém tisku je odstranění náboje z válce. To se provádí speciální žárovkou, kdy po osvětlení zmizí z válce a celý proces se opakuje. [31], [32]

V porovnání laserové tisku s inkoustovým tiskem, je laserový rychlejší a kvalitněji dokáže vykreslit detaily. Další výhodou jsou nižší náklady na tonery a delší výdrž vytisknutého motivu. U laserového tisku nehrozí vyblednutí barev, tak jako u inkoustového. [31]

2.22 Průtlačný tisk

Průtlačný tisk někdy nazývaný také jako průtisk, používá tiskovou desku, skrze kterou v určitých místech prochází barva. Tím je získán motiv tisku. U netiskových míst je tisková deska upravena, aby barva neprošla na potiskový materiál. Pro technologie průtlačného tisku spadá pouze jedna metoda a to sítotisk. [31], [32]

2.22.1 Sítotisk

Při sítotisku je barva protlačena přes tiskovou formu, v tomto případě přes síto na potiskový materiál. Síto se skládá z rámu, přes který je nataženo plátno s motivem tisku. Plátno je nejčastěji vyráběno z uhelony, nivoldu, hedvábí anebo může být i z kovových vláken. Pokud je zapotřebí tisknout více barev, je potřeba mít pro každou barvu vlastní síto, které nese motiv pro danou barvu. Samotný proces tisku probíhá nanesením barvy na síto a pomocí gumové stěrky je barva protlačena do otvorů v sítu. [31], [32]

Sítotisk má široké spektrum, využívá se pro potisk papírů, plastů, kovů nebo textilu. Pro potisk textilu je tato metoda velice oblíbená z důvodu kvalitního a trvalého potisku. Po potisku textilu je pak možné praní a žehlení bez poškození tisku. Dále se tato metoda využívá pro tisk, kde je zapotřebí nanést větší množství barvy, například pro potisk plakátů, samolepek nebo DVD. Největší výhodou sítotisku je tedy jeho schopnost potisknout široké spektrum materiálů. Mezi nevýhody se řadí malá efektivita tisku. Sice v dnešní době došlo k modernizaci, a kromě ručního tisku se používá i poloautomatický a automatický tisk, ale v porovnání s ostatními metodami je stále méně efektivní. Další nevýhodou je dlouhá doba sušení, která je zapříčiněna velkou vrstvou barvy a obtížného vykreslení detailů. [31], [32]

3 PRAKTICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Praktická část diplomové práce bude zaměřena na optimalizaci montáže flexotiskového zařízení. Práce je vytvořena ve spolupráci s firmou Windmüller & Hölscher, která tento stroj produkuje. Praktická část je zaměřena na analýzu současného stavu montáže, odstranění konstrukčních nepřesností a nedostatků, úprava layoutu a využití štíhlé výroby k zefektivnění montáže stroje. Následuje analýza navržených řešení a jejich zhodnocení vzhledem k povaze montáže.

3.1 Flexotiskové zařízení

Jak již název stroje napovídá, jedná se o tiskárnu, která pracuje na principu flexotisku a využívá se především pro tisk na papír. Nejčastěji se vyrábí ve čtyřbarevném provedení, to znamená, že má čtyři formovací válce, kdy na potiskový materiál nanáší každý jednu barvu. Zároveň je to i nevyšší počet barevníků, které jdou na tento stroj namontovat. Dle potřeb zákazníka se mění i počet barevníků, je možné si objednat flexotiskové zařízení třeba jen se třemi barevníky. flexotiskové zařízení je jen jeden modul z celé linky, celá linka je zobrazena na obr. 18. Běžná linka začíná několika odvíječi podle vrstev daného obalu, lze kombinovat i folie s papírem. Spojené vrstvy projdou tiskem a následně je z nich vyroben například pytel na cement v dalším stroji. Vyrobené pytle putují do vytvrzovacího stroje, který pomocí tlaku stiskne spoje na pytlech tak, aby opravdu držely a také rozděljuje pytle do balíčků. Balíčky pytlů vcházejí do modulu, který slouží pro kontrolu těchto balíčků a poslední modul z celé linky tyto balíčky stohuje na paletě a na závěr i celou paletu zabalí do folie, aby byla připravena na transport.

Flexotiskové zařízení se vyrábí ve třech hlavních variantách: Standard, Sleeve systém a Eco plus. Sleeve systém se od verze standard liší zařízením pro jednodušší výměnu formovacího válce. Ten je na jedné straně nadzvednut pro lepší odebrání. Verze Eco plus, tedy nejvyšší verze, má vylepšení jako Sleeve verze, ale navíc má i speciální rolety. Tyto rolety slouží při výměně formovacího válce, rolety se zatáhnou na jedné straně tiskárny, na které se provádí výměna válců a na druhé straně se může pokračovat v tisku. Pro výměnu druhého páru válců se proces opakuje, jen na druhé straně stroje.



Obr. 18 Ukázka části výrobní linky s Flexotiskovým zařízením [36]

3.2 Časová náročnost a vlivy zpoždění

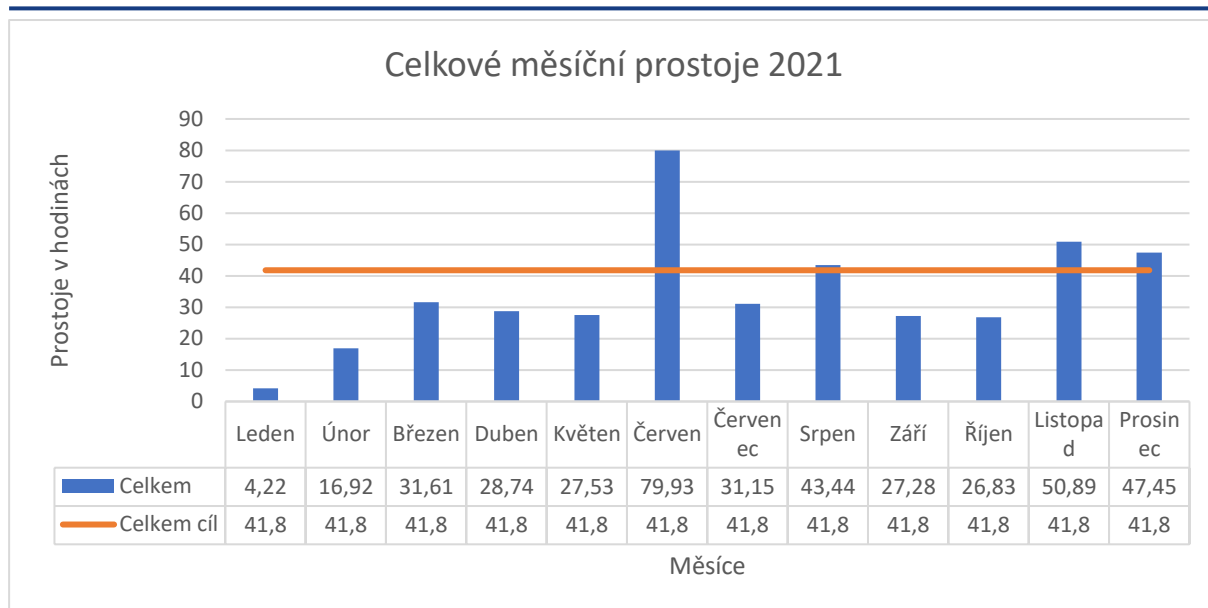
Jak již bylo řečeno specifikaci flexotiskového zařízení lze upravit dle požadavků zákazníka, takzvané opce. Opce jsou další podkategorie pro jednotlivé varianty zmíněné výše. Do opcí se například řadí druhy topení, které slouží pro sušení již natisknuté barvy. Toto topení může být jednoduché anebo dvojité v závislosti na využití druhu tiskařské barvy a potiskového materiálu. Vlivem těchto opcí se čas potřebný pro montáž stroje liší a tím i jeho náklady na zhotovení. Dle specifikace stroje se potřebný montážní čas pohybuje zhruba od 300 až po 500 hodin.

Při montáži stroje mohou nastat prostoje, které negativně ovlivňují čas montáže pro daný modul. Tyto prostoje se rozdělují do několika kategorií podle oddělení, které pochybilo a je tedy zodpovědné za nárůst času. Označení těchto prostojů je MSKO, MSEK, SCHU, MSLO a MSMO. MSKO je označení, kde je problém zapříčiněn konstrukcí. Může se například jednat o výkres součásti, na kterém chybí některé prvky potřebné pro montáž, které pokud to lze, je nutno dodělat v montáži. Dále to mohou být chyby v elektro plánech, chybějící díly v kusovníku nebo chyby v programu stroje. MSEK je zkratka, která označuje pochybení oddělení nákupu a používá se například v nedodání potřebného dílu včas do montáže. SCHU se používá při školení pracovníků na stroji, který ještě neznají. Využívá se především při zácviku nových pracovníků, ale také při rozšiřování znalostí již stávajících pracovníků na jiných strojích, než obvykle pracují. MSLO značí pochybení logistiky. Spadá zde čas, který je neefektivní při pozdním nebo nekompletním návozu a pracovníci nemohou pokračovat ve své práci. Poslední zkratka je MSMO a zde se řadí čas potřebný pro režijní náklady.

Na obr. 19 jsou uvedeny prostoje za rok 2021, které jsou následně vykresleny do grafu po měsících v obr. 20. Z tabulky je patrné, že roční cíl, který byl 501,6 hodin prostojů byl splněn s rezervou zhruba 85 hodin. Z pohledu čtvrtročního hodnocení cílů se mírně nepovedlo splnit cíl ve druhém kvartálu, a to především kvůli velkému počtu hodin školení nových zaměstnanců. Celkově za 2021 bylo nejvíce prostojů zapříčiněno konstrukcí, kde se musely součásti upravovat v montáži nebo v průběhu montáže přišla konstrukční změna, která musela být zavedena okamžitě. Druhé nejpočetnější prostoje jsou školení a to téměř 150 hodin. Prostoje vzniklé kvůli logistice, nákupu nebo režijními náklady jsou pro rok 2021 velice dobré. Z pohledu celkových prostojů pro flexotiskové zařízení byl rok 2021 úspěšný.

Stroj: Flexotiskové zařízení													
Kvartál:	Q1			Q2			Q3			Q4			Celkem
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	
Kvartální součet	52,75			136,2			101,87			125,17			
Kvartální cíle	125,4			125,4			125,4			125,4			
Půlroční součet	188,95						227,04						
Půlroční cíl	250,8						250,8						
MSMO	0	0	5,2	0	0	0	0	0	0	0,53	3,65	0	9,38
SCHU	0	0	3	10,78	18,32	42,87	14,33	2,75	0	20,79	23,94	9,45	146,23
MSKO	1,18	12,32	19,23	9,33	7,34	27,53	16,82	36,99	8,06	5,51	17,55	31,22	193,08
MSEK	3,04	0	2,53	0	1,87	0	0	0,87	19,22	0	4,83	3,13	35,49
MSLO	0	4,6	1,65	8,63	0	9,53	0	2,83	0	0	0,92	3,65	31,81
Celkem	4,22	16,92	31,61	28,74	27,53	79,93	31,15	43,44	27,28	26,83	50,89	47,45	
Celkem cíl	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	
Roční součet	415,99												
Roční cíl	501,6												

Obr. 19 Znárodnění prostojů za rok 2021

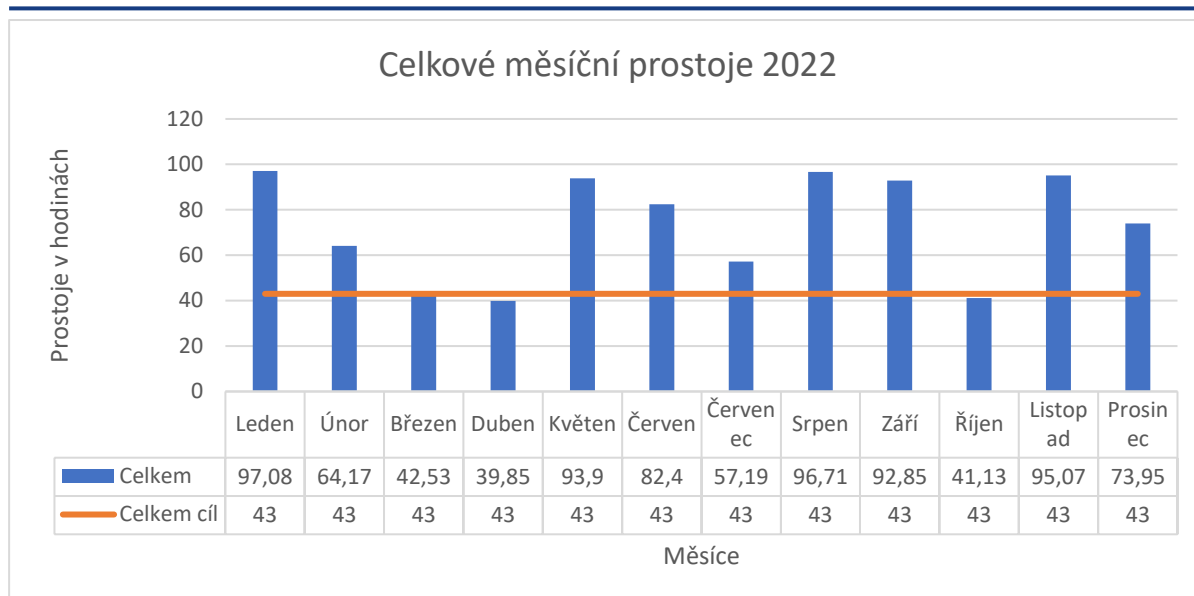


Obr. 20 Znárodnění měsíčních prostožů za rok 2021 v grafu

V roce 2022 se situace s prostoji zhoršila. Přehled prostožů pro rok 2022 je vidět na obr. 21 a počet hodin prostožů za jednotlivé měsíce je znázorněn v grafu na obr. 22. Roční ani kvartální cíle na prostoje se nepovedlo splnit. Cíl celkových prostožů 516 hodin byl překročen o zhruba 360 hodin. Cíle byly splněny jen ve třech měsících a to velice těsně. Příčina nesplněných cílů byla - velké množství hodin kvůli školení nových zaměstnanců. Dále se na stroji odladřovaly nové konstrukční prvky, které se v nové generaci stroje začaly montovat. Jednalo se především o bezpečnostní prvky v podobě různých krytů, lanových bezpečnostních prvků a optických závor. Tak jako téměř v každé firmě, tak i ve společnosti Windmüller a Hölscher se začaly objevovat problémy s dodávkami zboží, jak mechanickými, tak i především s elektronickými díly. Často se muselo společně s konstrukcí hledat alternativy pro senzory, měniče, jističe a dalších součástí rozvaděčů, kterých je v dnešní době nedostatek. Další výrazný nárůst hodin prostožů byl zapřičiněn logistikou. V roce 2022 se přecházelo na systém logistika 4.0. Logistika 4.0 poskytuje více informací o návozech jako je jejich kompletnost a v jaké fázi procesu se nachází. Tak jako u zavádění každého nového systému, tak i zde se nacházely některé počáteční problémy, které byly v počátku roku 2023 odstraněny.

Stroj: Flexotiskové zařízení													
Kvartál:	Q1			Q2			Q3			Q4			Celkem
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	
Kvartální součet	203,78			216,15			246,75			210,15			
Kvartální cíle	129			129			129			129			
Půlroční součet	419,93						456,9						
Půlroční cíl	258						258						
MSMO	0	0	0	0	0	0	0	3,77	2,6	0,2	8,38	0	14,95
SCHU	53,5	17,94	12,98	26,51	42,18	28,77	23,07	36,06	17,43	3,57	19,37	21,71	303,09
MSKO	34,58	30,87	17,43	10,07	31,88	23,07	24,74	26,38	30,1	5,56	31,55	23,7	289,93
MSEK	4,95	3,83	8,21	0	13,64	6,2	8,02	15,66	26,09	19,51	16,95	26,11	149,17
MSLO	4,05	11,53	3,91	3,27	6,2	24,36	1,36	14,84	16,63	12,29	18,82	2,43	119,69
Celkem	97,08	64,17	42,53	39,85	93,9	82,4	57,19	96,71	92,85	41,13	95,07	73,95	
Celkem cíl	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
Roční součet	876,83												
Roční cíl	516												

Obr. 21 Znárodnění prostožů za rok 2022



Obr. 22 Znáornění měsíčních prostojeů za rok 2022 v grafu

3.3 Konstrukční úpravy

Při montáži stroje došlo k odhalení několika konstrukčních nedokonalostí, které byly prokonzultovány s konstrukcí a společnými silami odstraněny. Jednalo se o úpravu součástí jako je například přidání závitových děr, úprava tolerancí anebo úprava kusovníku.

3.3.1 Přidání závitových děr do bočnic stroje

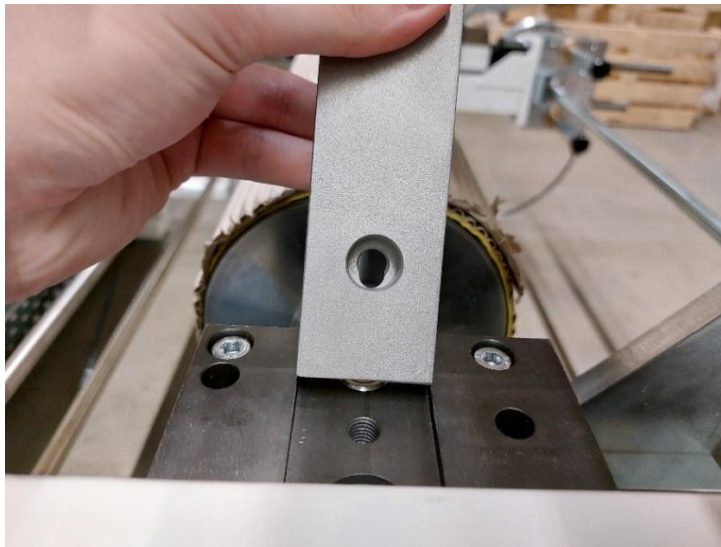
Při montáži stroje museli pracovníci ručně dovtat díry a následně i závit pro vedení mazání do bočnic stroje. Tím, že se tyto otvory dovtávaly při montáži, se zbytečně prodlužoval celkový čas montáže a také výsledek zhotoveného mazání byl pokaždé jiný. Záleželo na zkušenostech a šikovnosti pracovníka, který otvory zhotovoval. V nejhorších případech, při špatně vyvrtaných otvorech se závittem, by mohlo dojít ke kolizi s ostatními částmi stroje a tím k poškození funkčnosti mazacího systému. Z důvodu zachování firemního tajemství, zde nebude uveden celkový výkres bočnic pro flexotiskové zařízení. U Flexotiskového zařízení jsou rozdílné bočnice na každé straně a jsou rozděleny na AS bočnice a BS bočnice, které lze vidět na obr. 22. Úpravou bočnic byly ušetřeny čtyři hodiny z celkového času montáže.



Obr. 22 AS a BS bočnice s namontovaným mazáním

3.3.2 Úprava výkresu pro blatník formovacího válce

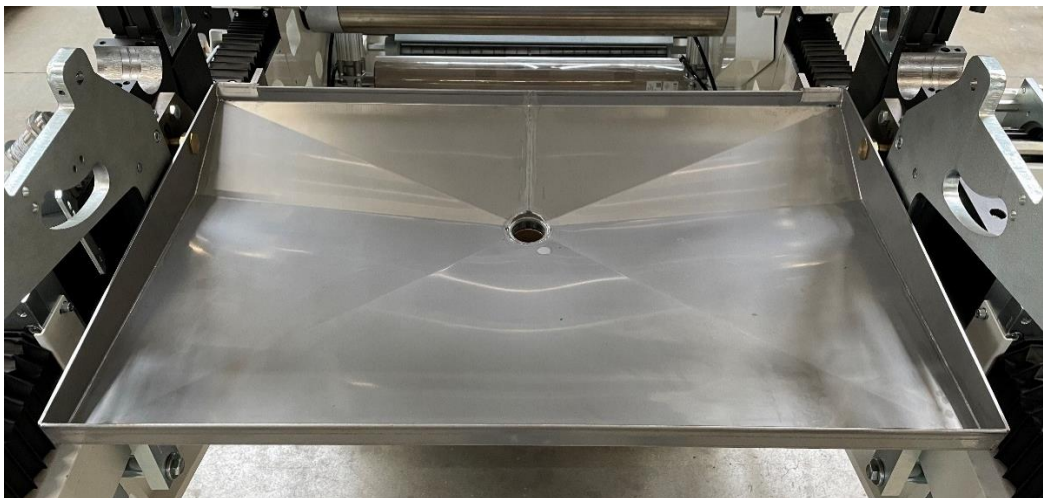
Jak je vidět na obr. 23, tak držák blatníku nešel namontovat do drážky barevníkového bloku, do kterého je připevněn formovací válec. Drážka má rozměr 40 mm s plusovou tolerancí od 0,1 mm až po 0,2 mm. Problém byl v blatníku, který se skládal ze 4 svařovaných částí. Na výkrese nebyly předepsané žádné tolerance a svařenec se skládal jen z neobrobených součástí svařených koutovým svarem. Odlitek pro držák blatníku v šířce 40 mm má dle výrobní normy tolerance $\pm 0,75$ mm. Pokud by byl odlitek vyroben v dolní hranici tolerance, hrozilo by vyosení celého blatníku a možná kolize s formovacím válcem. V opačném případě, tak jako na fotografii, není možné součásti do sebe namontovat. Případná oprava v montáži taktéž není možná, protože obě součásti mají povrchovou úpravu. Barevníkový blok má povrchovou úpravu ve formě fosfátu a blatník měl předepsaný zákaz obrábění. Při montáži bylo nutné porušit výkresovou dokumentaci a obrobřit boční plochy držáku blatníku tak, aby součásti do sebe pasovaly. Po konzultaci s konstrukcí byl změněn výkres, na který byly, po stranách držáku, přidány tolerance $\pm 0,2$ mm k rozměru 40 mm.



Obr. 23 Držák bočnice nejde namontovat do drážku bloku

3.3.3 Úprava čepů pro upevnění barevníkové vany

Barevníková vana slouží k zachycení setřené barvy z Aniloxového válce. Barva steče zpět do zásobníku barvy a použije se znovu k tisku. Barevníková vana je zobrazena na obr. 24.



Obr. 24 Barevníková vana

Barevníková vana je do stroje připevněna pomocí čepů, které jsou zajištěny z druhé strany matkou. Zajištění polohy vany lze vidět na obr. 25. Problém byl, že čepy byly moc dlouhé a proto po namontování do vany, nešly usadit do stroje. Při montáži se čepy musely na soustruhu zkracovat na délku 45 mm. Proto byla konstrukcí navržnuta změna délky čepu z 54 mm na 45 mm. Touto úpravou se sníží vyčíslenost pracovníka obrobny a zároveň se sníží i náklady pro zhotovení stroje.



Obr. 25 Čep zajišťující polohu vany

3.3.4 Úprava svorkovnicové skříně

Vlivem elektrických konstrukčních úprav bylo potřeba vytvořit výkres nové svorkovnicové skříně. Výkres svorkovnice neobsahoval veškeré prvky, které se běžně pro tyto skříně používají. Před úpravou výkresu byla pouze svorkovnicová skříň s dírami pro montáž vývodků na vedení kabelů. Chyběly zde díry ve víku pro přichycení předního krytu skříně společně se šrouby, které jsou opatřeny gumovým kroužkem, který brání vypadnutí šroubku při odmontování krytu. Na víku nebylo přilepeno těsnění, které by bránilo vibracím při provozu stroje a také zde chyběl šroub pro přichycení zemnicí kabele víka. Víko po provedených konstrukčních úpravách je vyfoceno na obr 26.



Obr. 26 upravené víko svorkovnicové skříně

Ve svorkovnicové skříni taktéž bylo provedeno několik úprav pro snadnější montáž. U plíšků pro přichycení víka ke skříni se musela dovtřávat díra a následně vrtat závit. Tento postup způsoboval problémy, protože při nepřesném vrtání nešlo víko připevnit a musela se díra převrtat na větší průměr a znovu vyřezat závit odpovídající zvětšené díře. K odstranění tohoto problému byla použita matice v kleci, která se jen zaklapne do čtvercové díry zhotovené od dodavatele. Dále vývodky kabelů neodpovídaly používanému kabelu. Do kusovníku byla přidána vývodka s větším průměrem a zároveň byly ve svorkovnicové skříni upraveny díry tak, aby na ně vývodky pasovaly. Již provedené úpravy na svorkovnicové skříni jsou vidět na obr. 27.



Obr. 27 Upravená svorkovnicová skříň

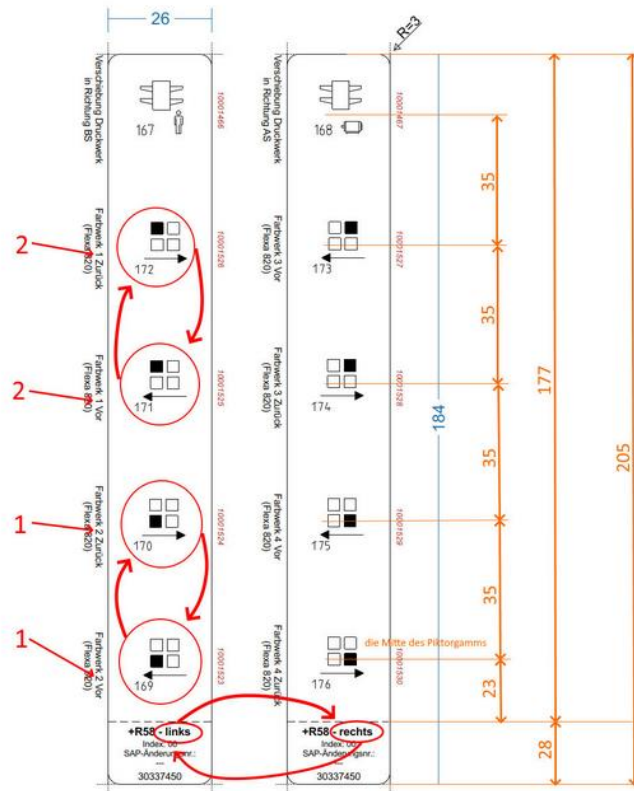
3.3.5 Úprava piktogramů ovládacího panelu

Při výstupní kontrole stroje bylo zjištěno, že piktogramy na vzdáleném ovladači stroje mají špatné rozměry. Jak je vidět na obr. 28, tak piktogramy se nachází na plastovém pásku, který se jednoduše vsune a tím se označí jednotlivá tlačítka a jejich funkce. Po přiložení tohoto pásku bylo zjištěno, že mezi jednotlivými symboly byla konstrukcí navržena malá vzdálenost. Proto se po konzultaci s konstrukcí změřily jednotlivé rozteče mezi symboly a výkres pro piktogramy se upravil, aby již vyhovoval.



Obr. 28 Piktogramy nesedí na ovládacím panelu

Dále bylo zjištěno, že piktogramy neodpovídají funkcím tlačítek, na kterých jsou umístěny. Barevníky se pohybovaly v jiném směru, než je zobrazeno na symbolech a jednalo se o jiný barevník než je vyznačený. Na obr. 29 jsou navrženy nové rozměry piktogramů, které již budou pasovat do ovládacího panelu a zároveň je i označeno, které symboly je nutné upravit. Byly dvě možnosti, jak tento problém vyřešit. Buď upravit výkres anebo program stroje. Nakonec bylo rozhodnuto, že se upraví program stroje, tak aby piktogramy odpovídaly funkcím stroje a na výkresu se změní jen vzdálenosti piktogramů.



Obr. 29 Úprava piktogramů ovládacího panelu

3.3.6 Úprava kusovníku stroje

Poslední konstrukční úpravy jsou změny v kusovníku. Převážně se jednalo o korekci počtu kusů součástí jako jsou šroubky, matice, podložky, pera, pojistné kroužky atd. Zároveň se upravovala i délka šroubů, protože v jednom případě byla délka moc dlouhá a docházelo ke kolizi s ostatními částmi stroje. Také v některých případech součásti v kusovníku chyběly anebo naopak přebývaly. To bylo pravděpodobně způsobeno konstrukčními změnami, kdy při odebrání a přidávání nových součástí došlo k chybě anebo se zapomnělo součást přidat či odebrat. Také se v kusovníku měnil druh šroubů. Například se měnil šroub se šestihrannou hlavou za šroub s půlkulatou hlavou na krytu stroje. Šrouby se měnily převážně z estetického hlediska. Dále do kusovníku byla přidána lepidla, potřebná pro lepení šroubů a také olej pro pneumatické nářadí. Tento olej slouží pro mazání přístroje pro posuv barevníků. Z pohledu elektra bylo potřeba upravit délky kabelů a změnit druhy konektorů.

3.4 Rozdělení návozu

Materiál pro montáž stroje je rozdělen do několika návozu. Jsou rozděleny do tří skupin na materiál pro elektrikáře EL, materiál určený pro pracovníky předmontáže VM a na materiál, který putuje přímo na místo, kde se provádí konečná montáž stroje EM. Drobný materiál je navážen v přepravních zařízeních nazývaných Gitterbox, rozměrnější materiál je přepravován

na paletách s ohrádkou. Ohrádka slouží jako zabezpečení pro materiál, aby nevypadl a nepoškodil se. Také se využívají bedny, a to především pro přepravu válců. V bedně je polystyrenová výplň ve tvaru válce, aby se co nejvíce zamezilo pohybu materiálu a případnému poškození. Nejrozměrnější součásti jako jsou bočnice nebo celé sestavené rámy jsou převáženy na speciálních paletách určených přímo proto tento druh materiálu nebo v dřevěných bednách. Ve většině případů tyto součásti nejsou součástí návozu, ale mistr montáže si je musí přivolat sám tehdy, když jsou potřeba. Zavedení tohoto systému bylo z důvodu šetření místa, protože největší součásti mohou klidně zabírat i polovinu montážního boxu. Tyto palety nebo bedny mají rozměry přepravovaného materiálu a jsou uzpůsobeny na jeho přichycení. Používané přepravní prostředky jsou na obr. 30.



Obr. 30 Přepravní prostředky

Pro montáž flexotiskového zařízení byl materiál rozdělen do 6 návozu. Návozy obsahují určitý počet materiálu pro daný časový úsek. V prvním návozu je návoz pro elektrikáře a je zároveň jediný. Návoz obsahuje kabeláž a konektory, které je nutné na kabely připevnit. Dále obsahuje svorkovnice, které si pracovníci předem chystají před samotnou montáží na stroj. V prvním návozu je také materiál pro předmontáž. V předmontáži se nachází spíše jednodušší sestavy, protože zde pracují méně zkušení pracovníci. Návozy jsou udělány tak, že se předmontované sestavy z předmontáže využijí následující den při koncové montáži. Návozy jsou tedy zpracovány ve znamení Just in Time. Celkové rozdělení návozu i s příslušnými pracovišti jsou zakresleny na obr. 31.

	1. návoz	2. návoz	3. návoz	4. návoz	5. návoz	6. návoz
EL	E*					
VM	001, 002, 003	004, 005, 006	007, 008, 009			
EM		01*	02*	03*	04*	05*

Obr. 31 Rozdělení návozu stroje

Správné nastavení návozu materiálů, dle metody Just in Time, snižuje náklady. Tím, že je v pracovním boxu méně materiálu, se snižuje potřeba plochy pro montáž stroje. Místo návozevého boxu se zde může umístit ponk pro dalšího pracovníka a tím zkrátit čas, kdy montáž stroje zabírá místo. Nebo se uvolněné místo může využít pro montáž dalšího stroje. Na druhou stranu se zvýší zátěž pro logistiku a plánování. Logistika musí častěji navážet materiál a plánovač musí naplánovat jednotlivé návozy podle aktuálního stavu montáže.

3.5 Kanban

Během montáže bylo odhaleno plýtvání vzniklé zbytečným pohybem. Jednalo se o kanbanové položky, které se nenacházely na hale, kde se prováděla montáž, ale na ostatních halách. Pracovníkovi tedy zabralo delší dobu, než získal požadované součásti potřebné pro montáž stroje. Špagetový diagram je uveden v příloze jako příloha 1, kde je tento pohyb znázorněn. Součásti, které budou přidány do kanbanu jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Materiál na jiných halách.

Popis	Specifikace	Mat. číslo	Počet Kusů	Lokace
Šestihranný šroub	M8x40	3202100	28	Hala 2
Šroub s válcovou hlavou	M12x110	3203096	16	Hala 2
Šroub s válcovou hlavou	M16x25	3203123	24	Hala 2
Matice	M8	35002599	8	Hala 2
Zápustný šroub	M8x40	35073230	17	Hala 2
Šestihranný šroub	6x15	03280059	18	Hala 2
Izolační páska	F24-12	4082182	2	Hala 2
Redukce	z M32 na M25	4153422	16	Hala 2
Redukce	z M20 na M16	4153531	54	Hala 2
Rozšíření	Z M16 na M20	35030730	8	Hala 2
Kabelová průchodka	M16	4153512	50	Hala 2
Šroub s půlkulatou hlavou	M6x10	35003915	16	Hala 2
Šestihranný šroub	M10x45	3202130	18	Hala 3
Přesná podložka	12 x 18 x 2,0	03336180	24	Hala 3
Přesná podložka	12 x 18 x 1,0	03336170	6	Hala 3
Podložka	8,4 x 24 x 2,5	59260024	38	Hala 3
Šestihranný šroub	M12x45	04153518	14	Hala 3
Šestihranný šroub	M12x50	02401690	4	Hala 3
Matice s levým závitem	M8	35002600	8	Hala 3
Šroub s válcovou hlavou	M6x20	03203063	30	Hala 3

Většina materiálu v tabulce vstupuje do několika sestav a z toho důvodu se pro jeden materiál chodí i několikrát v průběhu montáže. Proto bylo navrženo vytvořit specializovaný kanban, do kterého by byl umístěn potřebný materiál, který by se nenacházel na hale. Pro těchto pár materiálových čísel by nedávalo smysl zakládat takový kanban. Z toho důvodu se do specializovaného kanbanu umístí i materiál pro základní verzi a Eco plus verzi. Také je zde možnost umístit další součásti, které se ve velkém množství využívají při montáži, ale nyní se běžně dováží ze skladu.

Dále se do tohoto kanbanu může umístit i materiál pro další tiskárny z portfolia společnosti Windmüller & Hölscher. V současné době existují dva montážní týmy, které se specializují na tento druh strojů a montáž probíhá v sousedících boxech. Proto by se specializovaný kanban umístil mezi tyto dva boxy a oba montážní týmy by jej mohly využívat. V takovém případě se už vyplatí vytvořit podobný kanban jako je na obr. 32.



Obr. 32 Ukázka specializovaného kanbanu

3.6 Návodka

Návodky jsou zhotoveny především pro obtížné úseky montáže a také pro sestavy, které jsou zhotoveny na předmontáži. V předmontáži jsou často zaměstnanci, kteří přišli do kontaktu se strojírenstvím poprvé až ve firmě Windmüller a Hölscher. Takže orientace ve výkresové dokumentaci je pro ně obtížná. Dále se návodky zhotovují na problémové části montáže, kde nemusí být nezkušenému pracovníkovi jasný technologický postup montáže. V současné době jsou návodky vytvořené pro předmontáž a obtížné úseky, ale v budoucnu by měl mít každý stroj kompletní návodku. Návodky pro celý stroj nebudou tak podrobné, jako ukázka na obr 33, protože jejich tvorba by byla příliš časově náročná a u zkušených pracovníků není příliš potřeba.

V horní části návodky je uvedeno, na který stroj návodka slouží a jestli patří pro předmontáž nebo ke konečné montáži. Dále je zde uvedeno číslo kroku, který značí posloupnost montáže, číslo BzO značící, do kterého návozu patří díly potřebné k zhotovení sestavy. Je zde uveden také název sestavy, potřebný čas pro složení, který den montáže by se to mělo montovat a potřebný počet pracovníků pro zhotovení. Pole popis slouží pro uvedení více informací, které nejsou z fotek patrné, např. které spoje se mají lepit lepidlem nebo jaké šrouby se mají utahovat momentovým klíčem s příslušnou hodnotou.

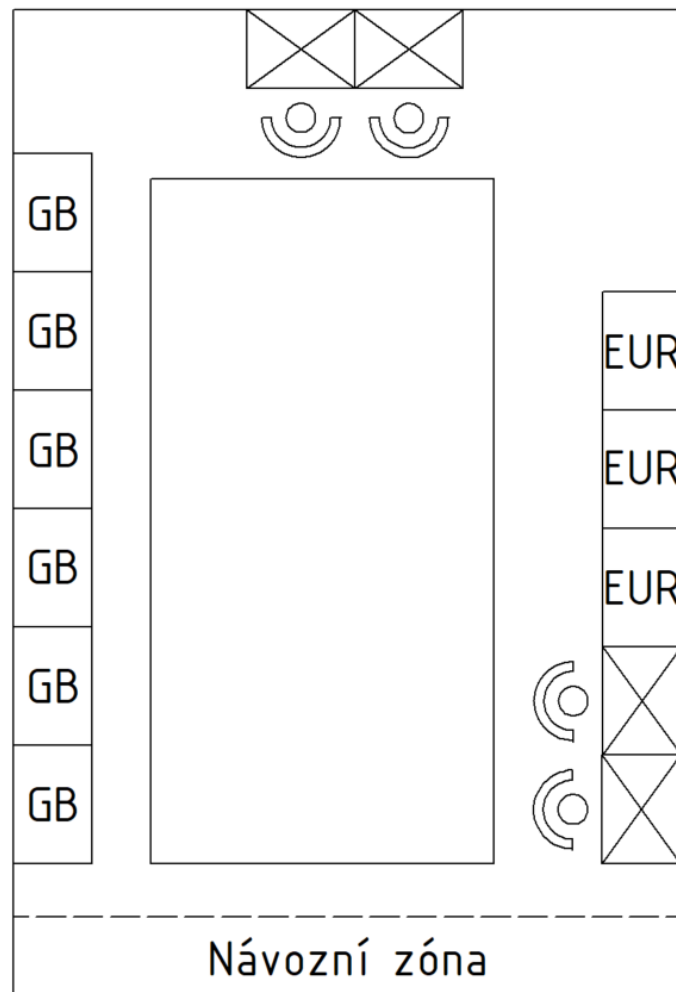
Největší prostor v návodce je pro fotky skládané sestavy. V podrobnější návodce je zde rozložený stav sestavy, kdy je snaha umístit jednotlivé součásti tak, jako budou montované a závěrečný stav po sestavení. Jednotlivé součásti jsou očíslovány podle výkresové dokumentace a kusovníku. V dolní části je číslo výkresu a kdo danou návodku zhotovil společně s datem. Jak již bylo řečeno, návodky slouží spíše jako pomůcka pro nezkušené pracovníky a primárně by se mělo využívat výkresů a kusovníku.

Z Flexotiskové z.		Foto Návodka	Předmontáž		
Krok	BzO	Baugruppen	Čas montáže	Den montáže	MAKapa
35	022	Pneumatik	50	4	1
Popis		Spoje se součásti pozice 11 lepit lepidlem pro pneumatické spoje (lepidlo je zobrazeno na obrázku)			
Bg 9370364800			Vypracoval: F. Obořil 13.10.2022		

Obr. 33 Ukázka návodky

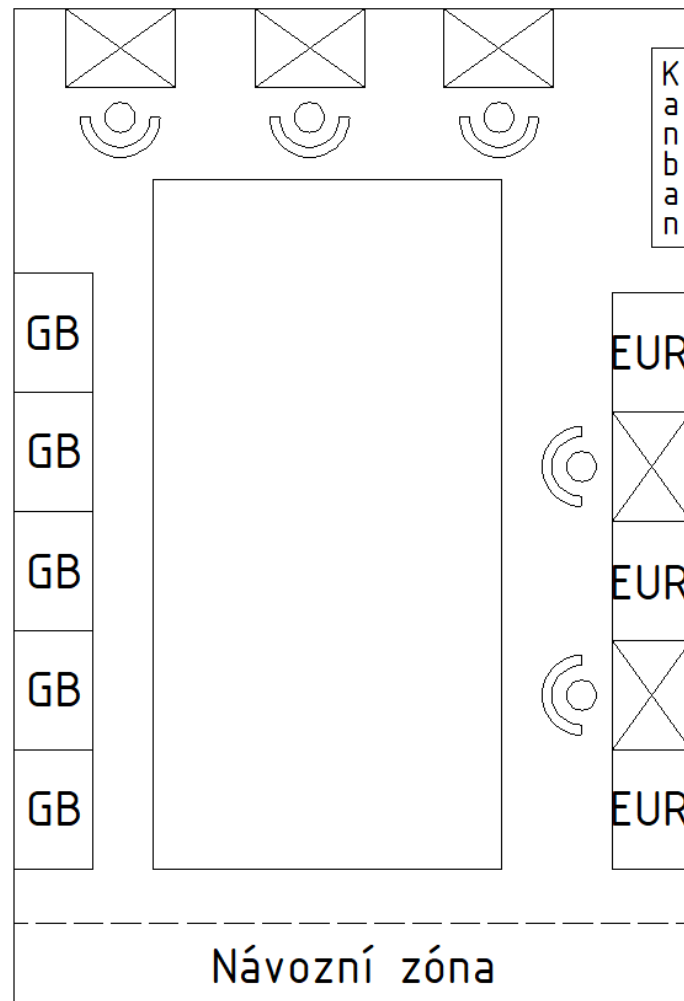
3.7 Layout stroje

Layout stroje je nezbytnou součástí každého montážního boxu. Je to důležitý dokument, protože bez něj by pracovníci nevěděli, kde si rozmístit své ponky a do kterého místa umístí rám stroje, na kterém bude probíhat montáž, tak aby to bylo co nejvíce efektivní. Montáž pro tento druh stroje je plánovaná pro tři mechanické pracovníky a jednoho elektrikáře. Během montáže je pro některé stroje počet pracovníků proměnlivý, především počet mechanických pracovníků. Důvodem je to, že při stavbě rámu je potřeba více lidí, někteří staví rám a ostatní si již připravují věci pro montáž stroje. V případě Flexotiskového zařízení je počet pracovníků konstantní po celou dobu montáže a bude potřeba na plochu montáže umístit jejich pracovní stoly. Taktéž pro logistiku je layout stroje důležitý, aby věděla, kde umístit návozy materiálu. Na layoutu je zvýrazněna zóna, kde jsou přivezeny součásti buď v Gitterboxech nebo na euro paletách. Převážné prostředky jsou vybaveny kolečky, aby si montážní pracovník mohl z návozné zóny přemístit přepravky na místo určené podle využitého prostředku. Původní rozmístění stroje je zobrazeno na obr. 34, který se nachází na následující straně.



Obr. 34 Původní layout stroje

Při návrhu nového rozložení stroje byl kladen velký důraz na dodržování bezpečnosti práce. Především na prostor kolem montovaného stroje, který musí být jeden metr. V minulosti byl u některých strojů tento faktor bezpečnosti práce poněkud problémový. Nový layout stroje je zobrazen na obr. 35. Oproti původnímu layoutu jsou dvě pracoviště oddělena euro paletou s návozem materiálu. Tato pracoviště jsou určeny pro montáž rozměrnějších sestav a v původním rozdělení si pracovníci často překáželi. Byl zde pokus umístit zde gitterbox, ale to nebylo možné, protože se pro návozy používali dva tyto boxy na sobě, a tak byl příliš vysoký a pracovníkům taktéž překážel. Proto zde byla umístěna europaleta, která je nízká a pracovníci mají potřebný materiál hned po ruce. Do layoutu by taktéž zahrnut nový kanban, ve kterém je umístěn materiál z ostatních hal. V neposlední řadě bylo přidáno jedno pracovní místo navíc. To bude sloužit pro mechanického pracovníka, který se bude účastnit pouze první 3 dny montáže a potom bude využit na montáž jiného stroje. Ze začátku montáže je potřeba udělat velké množství dílčích úkonů jako je např. smontování a vyrovnání rámu, montáž barevníku atd. V této fázi montáže lze využít větší počet pracovníků, ale v pozdější fázi montáže by si už překáželi a práce by nebyla efektivní. Proto jeho místo nahradí elektro pracovník, který se k montáži připojuje zhruba v polovině.



Obr. 35 Nový layout stroje

4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Pro vyjádření úspor, kterých bylo docíleno pomocí úprav montážního procesu, je potřeba projít jednotlivé úpravy. Zhodnotit u nich, zda opravdu došlo k zefektivnění a jestli jejich počáteční investice nepřesahuje úspory, kterých bylo touto úpravou dosaženo. Při hodnocení úspor se bude posuzovat pouze ušetřený čas z celkového času montáže. Náklady na nástroje a stroje, které byly využívány například před konstrukčními úpravami, budou zanedbány a rovněž zde nebude zahrnuto navýšení ceny součástí vlivem přidání různých prvků. Pro přesné nadefinování ušetřené částky bylo zvoleno, že částka, která je účtována za jednu montážní hodinu je 500 Kč. Nejedná se o částku, která je opravdu účtována, nýbrž je zvolená a může i nemusí korespondovat s reálným stavem.

Po naměření ušetřených časů byla vypočítaná ušetřená částka podle vztahu 1.2.

$$U_x = t_x \cdot C_m; \quad (1.2)$$

kde: U_x – úspora za danou operaci [Kč],
 t_x – úspora času na danou operaci [hod],
 C_m – cena montážní hodiny [Kč]

V následující tabulce jsou uvedené úspory za jednotlivé konstrukční úpravy, které byly provedeny. Výpočet úspor byl proveden dle vztahu 1.2. a níže je uveden vzorový výpočet.

$$U_x = t_x \cdot C_m = 4 \cdot 500 = 2000 \text{ Kč.}$$

Tab. 2 Ušetřené finance díky konstrukčním úpravám.

Popis konstrukční změny	t_x [hod]	C_m [Kč]	U_x [Kč]
Přidání závitových děr do bočnic stroje	4	500	2000
Úprava výkresu pro blatník formovacího válce	1,5	500	750
Úprava čepů pro upevnění barevníkové vany	2	500	1000
Úprava výkresu svorkovnicové skříně	3,5	500	1750
Úprava piktogramů ovládacího panelu	1	500	500
Úprava kusovníku stroje	3	500	1500

U většiny konstrukčních úprav se počítal pouze čas potřebný na odhalení nedostatků a následných oprav, které byly schválené technologem. Případně zde byl započítán i čas pracovníka soustruhu nebo frézky, pokud bylo pro opravu zapotřebí využít těchto strojů. U úpravy kusovníku byl tento proces poněkud složitější.

Výpočet celkových časových úspor, kterých bylo dosaženo konstrukčními úpravami jsou vypočítány dle vztahu 1.3.

$$t_{kon} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \quad (1.3)$$

kde: t_{kon} – celková úspora času konstrukčních úprav [hod],
 t_1 – úspora času přidáním závitových děr do bočnic stroje [hod],
 t_2 – úspora času úpravou blatníku formovacího válce [hod],
 t_3 – úspora času úpravou čepů pro upevnění barevníkové vany [hod],
 t_4 – úspora času úpravou výkresu svorkovnicové skříně [hod],
 t_5 – úspora času úpravou piktogramů ovládacího panelu [hod],
 t_6 – úspora času úpravou kusovníku stroje [hod].

$$t_{kon} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 4 + 1,5 + 2 + 3,5 + 1 + 3 = 15 \text{ hod}$$

Výpočet celkových nákladových úspor, kterých bylo dosaženo konstrukčními úpravami jsou vypočítány dle vztahu 1.4.

$$U_{kon} = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6 \quad (1.4)$$

kde:	U_{kon}	– celková úspora nákladů konstrukčních úprav [Kč],
	U_1	– úspora nákladů přidáním závitových děr do bočnic [Kč],
	U_2	– úspora nákladů úpravou výkresu blatníku formovacího válce [Kč],
	U_3	– úspora nákladů úpravou čepů pro uchycení barevníkové vany [Kč],
	U_4	– úspora nákladů úpravou výkresu svorkovnicové skříně [Kč],
	U_5	– úspora nákladů úpravou výkresu ovládacího panelu [Kč],
	U_6	– úspora nákladů přidáním součástí do kusovníku [Kč],

$$U_{kon} = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6 = 2000 + 750 + 1000 + 1750 + 500 + 1500$$

$$U_{kon} = 7500 \text{ Kč}$$

Při objevení chybějícího materiálu v kusovníku byl do montáže přivolán technolog, který danou situaci zhodnotil a rozhodl, zda požadovaný díl opravdu chybí (případně se poradil s konstrukcí). Následně dal pokyn plánovači k vyskladnění chybějícího dílu. Poté bylo potřeba pracovníka skladu, který součást vyskladnil a pracovníka logistiky, který součást dodal do montáže. Tento proces je obtížný na definování časové náročnosti jednotlivých pracovníků, proto jsou zde započítány jen časy montáže a časy pracovníků z ostatních oddělení jsou zanedbány. Celkově bylo konstrukčními úpravami ušetřeno 15 hodin práce a tím 7500 Kč.

U optimalizace návozu nedošlo ani tak ke snížení času montáže stroje, nýbrž k získání více místa v montážním boxu. Nyní jsou návozy rozděleny do 5 návozu do koncové montáže a do 3 návozu do předmontáže. Díky rozdělení součástí do více návozu, bylo možné přidat ponk pro dalšího pracovníka. Zároveň, díky přeřazení některých sestav do předmontáže, byla zkrácena potřebná doba stroje v montážním boxu. Předmontáž je centrální pro všechny stroje, a proto se sestavy, určené pro předmontáž, zhotovují na jiném místě. Sice zde nedošlo k žádným nákladovým úsporám, ale díky snížení doby stroje v montážním boxu, se povedlo snížit čas potřebný na plochu montáže stroje, téměř o jeden den.

Pro kanbanové součásti, které se nacházely na ostatních halách, byl měřen potřebný čas pro jejich přinesení. Celkově bylo změřeno, že obstarání těchto materiálů zabralo 2,38 hodin. Z tohoto času lze vypočítat, kolik peněz lze ušetřit využitím specializovaného kanbanu pro tento druh stroje. Výpočet bude proveden dle vztahu 1.2.

$$U_k = t_k \cdot C_m = 2,38 \cdot 500 = 1190 \text{ Kč}$$

Z výpočtu je patrné, že náklady na obstarání součástí z jiných hal, během montáže jednoho stroje, jsou 1 190 Kč. K zamezení tomuto plýtvání bylo navrženo, pořídit mobilní oboustranný regál pro kanbanové boxy, i s boxy od společnosti Manutan (viz. příloha 2), v hodnotě 18 981 Kč. Ve výpočtu návratnosti investice do regálu se bude počítat, že se pro stroj bude využívat pouze jedna strana. Druhá bude využita pro jiný druh tiskárny ve vedlejší montážním boxu, který má podobnou dobu montáže. Bude se předpokládat, že pracovníci montáže u druhého druhu stroje, stráví stejnou dobu obstaráváním součástí z ostatních hal. Výpočet celkové ceny plýtvání je spočítán podle následujícího vztahu 1.5.

$$C_s = C_{s1} + C_{s2}; \quad (1.5)$$

kde:	C_s	– cena plýtvání zapříčiněná kanbanem u dvou strojů [Kč],
	C_{s1}	– cena plýtvání zapříčiněná kanbanem u stroje 1 [Kč],
	C_{s2}	– cena plýtvání zapříčiněná kanbanem u stroje 2 [Kč],

$$C_s = C_{s1} + C_{s2} = 1190 + 1190 = 2380 \text{ Kč}$$

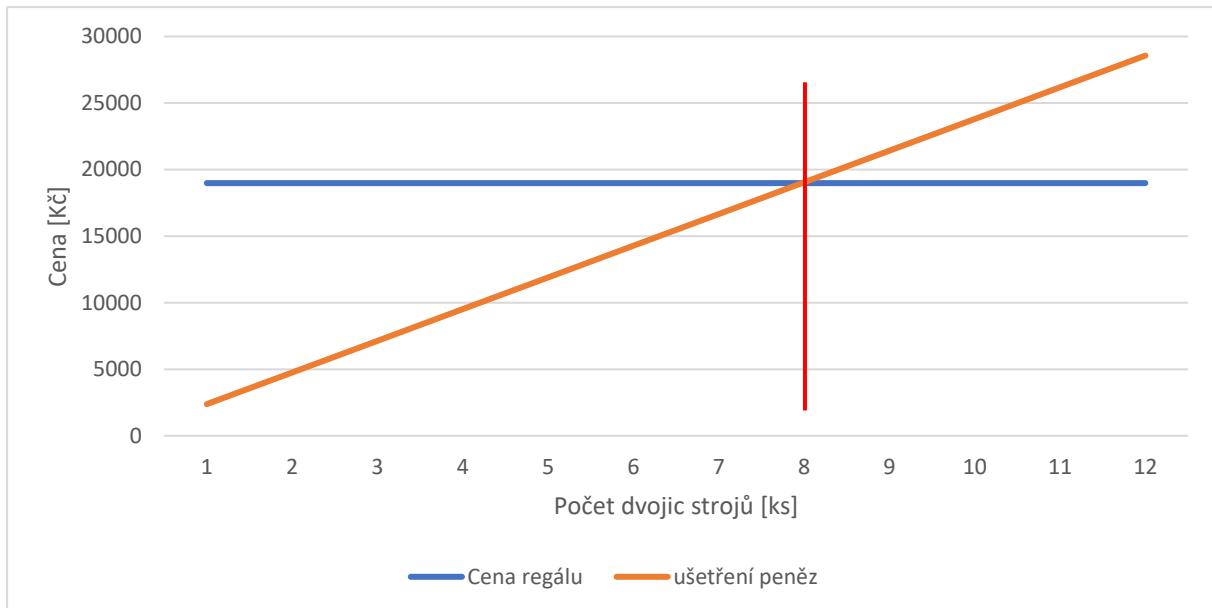
Následně po výpočtu ceny plýtvání způsobené kanbanem ve vedlejších halách, bude vypočítána návratnost investice podle vztahu 1.6.

$$P_S = \frac{C_R}{C_S}; \quad (1.6)$$

kde: P_S – počet dvojic strojů k návratnosti investice [ks],
 C_R – cena regálu s kanbanovými boxy [Kč],

$$P_S = \frac{C_R}{C_S} = \frac{18\,981}{2\,380} = 7,98 \text{ ks}$$

Pro lepší přehlednost je průběh investice zobrazen v grafu na obrázku 36.



Obr. 36 Graf vývoje investice

V grafu je vyznačen červenou čarou bod zlomu, kdy je počáteční investice splacena. Návratnost investice je tedy po zhotovení 8 dvojic těchto strojů. Vzhledem k roční produkci tiskáren je návratnost investice do kanbanového regálu do necelého roku a následně dojde k úspoře částky 2 380 Kč na každé dvojici strojů.

Jak již bylo zmíněno dříve, tak návodky slouží především pro nové a nezkušené zaměstnance. Návodky snižují čas, který musí zkušený pracovník věnovat novému zaměstnanci a místo toho se může plnohodnotně podílet na montáži stroje. Protože všechny informace potřebné pro správnou montáž sestavy zjistí právě z návodků a jen se případně doptává na nejasnosti. Návodky jsou určitě zefektivněním montážního procesu, ale je téměř nemožné definovat, o jak velkou úsporu se jedná. Každý nový pracovník přichází s jinými zkušenostmi a dovednostmi. Jednomu novému pracovníkovi může stačit na zaškolení jen montáž několika strojů a druhý bude vyžadovat dlouhodobější zaškolování v montáži.

Posledním bodem optimalizace montáže byla úprava rozložení stroje, montážních přepravek a pracovních ponků v montážním boxu. Díky optimalizaci návozu materiálů a tím i snížení potřebných přepravek na materiál, bylo možné navýšit počet pracovníků pro stroj o jednoho pracovníka. Pracovník se bude účastnit pouze začátku montáže, protože v pokročilejší části montáže by si pracovníci začali překážet. Touto optimalizací se povedlo snížit časovou potřebu na montážní plochu o celý den.

Pro celkový výpočet úspor bude využit vztah 1.7.

$$U_C = U_{kon} + U_k; \quad (1.7)$$

kde: U_C – celková úspora nákladů optimalizací montáže stroje [Kč],

$$U_C = U_{kon} + U_k = 7500 + 1190 = 8690 \text{ Kč}$$

Díky konstrukčním úpravám a optimalizací slabých míst, které byly odhaleny během montáže, se podařilo ušetřit 8690 Kč. Zároveň se podařilo snížit potřebný čas konečné montáže o dva dny, díky optimalizaci návozu materiálu, který umožnil přidat dalšího montážního pracovníka a přeražením vybraných sestav do předmontáže.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce je zaměřena na optimalizaci procesu montáže stroje určeného pro potisk papíru. V teoretické části jsou popsány jednotlivé metody štíhlé výroby, které jsou využity pro zamezení plýtvání během montáže. Jelikož se jedná o tiskový stroj, tak jsou v teoretické části popsány jednotlivé druhy tisku s jejich výhodami a nevýhodami.

Praktická část diplomové práce měla za cíl zanalyzovat současný stav montáže s odhalením slabých míst. Optimalizace montáže probíhala pro flexotiskové zařízení. Jedná se o tiskárnu, která pracuje na principu flexotisku. Analýza montáže probíhala pro čtyřbarevnou tiskárnu ve verzi sleeve systém. Jedná se o střední výbavu tiskárny, která je rovněž nejčastěji objednávana zákazníky.

V praktické části jsou zhodnoceny prostoje za rok 2021 a 2022 z pohledu konstrukce, nákupu, školení, logistiky a režijních nákladů. V roce 2022 byl nárůst prostojů ve všech kategoriích oproti roku 2021. Prostoje byly způsobeny konstrukčními změnami při vylepšování strojů, momentálně všudypřítomným nedostatkem materiálu (převážně elektro součástí), nabíráním nových pracovníků a přechodem na nový systém pro logistiku. Jediný zdroj prostojů, který zůstal prakticky stejný jak v roce 2021 a v roce 2022, jsou režijní náklady.

Dále byly na stroji odstraněny konstrukční nedokonalosti. Jednalo se například o chybějící závitové díry v bočnicích stroje, do kterých se uchycuje mazací ústrojí, o úpravu tolerancí ve výkresové dokumentaci pro blatník, úpravu délky čepů a další úpravy stroje. Díky odstranění těchto nedokonalostí se montáž stala plynulejší a zároveň se podařilo zkrátit čas montáže o 15 hodin. Také se snížila vytíženost pracovníka obsluhy obrábějících strojů, který tyto úpravy musel provádět a technologa, který musel odhalit, kde se nachází kořenová příčina vzniklého problému.

Optimalizací návozu se povedlo přemístit montáž některých sestav do předmontáže a snížit počet přepravních zařízení v montážním boxu. Díky tomu a úpravě layoutu stroje se zde objevilo nové místo pro dalšího pracovníka, který se bude podílet na montáži. Navýšením montážní kapacity a přemístěním části montáže do předmontáže, mělo za důsledek snížení času v koncové montáži o dva dny.

Pro flexotiskové zařízení byl také vytvořen specializovaný kanban, aby pracovníci nemuseli chodit pro potřebné součásti do vedlejších hal. Vytvoření specializovaného kanbanu jen pro tuto verzi stroje by nebylo finančně výhodné, proto zde byly umístěny součásti i pro další verze flexotiskového zařízení. Druhá půlka kanbanu je využita pro stroj, který se montuje ve vedlejším boxu. Touto úpravou se podařilo ušetřit 2,38 hodin z celkové doby montáže. Přitom návratnost investice do kanbanového stojanu je necelý rok.

Posledním prvkem zefektivnění, kterým se tato práce zabývá je tvorba návodek. Jak již bylo řečeno, tak u návodek není možné měřit míru úspory. Návodky slouží převážně pro nové pracovníky, kterým usnadňuje pochopení principu montáže a zkušený kolega nemusí trávit tolik času jejich zaškolováním. Návodky jsou také zhotoveny pro obtížné a často chybové úseky montáže. V tvorbě návodek se bude postupně pokračovat, dokud nebude pokryt celý stroj.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Windmüller & Hölscher. *Windmüller & Hölscher* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.wh.group/cz/>
2. DLABAČ, Jaroslav. *Štíhlý materiálový a hodnotový tok. MM průmyslové spektrum* [online]. 2014 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok>
3. PUPULIN, Dino. *Lean Six Sigma for the practitioner: the hows and whys of process improvement*. Toronto: Iguana Books, 2017, 153 stran : ilustrace. ISBN 978-1-77180-225-3.
4. SWEENEY, Benjamin. *Lean six sigma quickstart guide: the simplified beginner's guide to lean six sigma*. Second edition. Albany: ClydeBank Media, 2017, 179 stran : ilustrace. ISBN 978-1-945051-14-2
5. ROSER, Christoph. *Just in Time: Co to vlastně je?. Průmyslové inženýrství* [online]. 2018 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2018/01/24/just-in-time-co-to-vlastne-je/>
6. NÁŠ PŘÍSTUP. *LEAN INDUSTRY* [online]. 2022 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.leanindustry.cz/nas-pristup/>
7. LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Přeložil Irena GRUSOVÁ. Praha: Management Press, 2007. Knihovna světového managementu, sv. 23. ISBN 978-80-7261-173-7.
8. *The Largest Car Companies in the World. carlogos* [online]. 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.carlogos.org/reviews/largest-car-companies.html>
9. *Heijunka. Svět produktivity* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Heijunka.htm>
10. *An illustration of the Jidoka principle. Research gate* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/An-illustration-of-the-Jidoka-principle_fig3_276839987
11. BEJČKOVÁ, Jana. *Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. Academy of Productivity and Innovations* [online]. 2017 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>
12. CHLOT, Milan. *Andon. Zlepši To* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.zlepsito.eu/l/andon/>
13. *Kanbanový Systém a kontrola Tahem. Manufacturing solutions* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.kanban-system.com/cs/kanbanovy-system-a-kontrola-tahem/>
14. *Kanban – jak výroba tahem optimalizuje stav zásob a přispívá k efektivitě ve výrobě?. ESP* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/kanban-vyroba-tahem-optimalizuje-stav-zasob-prispiva-efektivite-vyrobe>
15. *Metoda Kanban ve výrobní logistice. BITO* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.bitto.com/cs-cz/odbornost/artikel/metoda-kanban-ve-vyrobní-logistice/>
16. ROSER, Christoph. *Jidoka, 1. část: O co jde?. Průmyslové inženýrství* [online]. 2019 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2019/11/20/jidoka-1-cast-o-co-jde/>

-
17. ROSER, Christoph. *Andon: Základy. Průmyslové inženýrství* [online]. 2019 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2019/01/16/andon-zaklady/>
 18. ROSER, Christoph. *Co je Kaizen?. Průmyslové inženýrství* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2019/01/16/andon-zaklady/>
 19. *Kaizen. Svět produktivity* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>
 20. ONDRA, Pavel. *Co je to Kanban?. Průmyslové inženýrství* [online]. 2017 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2017/06/08/co-je-to-kanban/>
 21. *Spaghetti Diagram. What is sixsigma* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.whatissixsigma.net/spaghetti-diagram/>
 22. *Spaghetti Diagrams Explained. 4 Industry* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://4industry.com/manufacturing-glossary/spaghetti-diagram/>
 23. *5s implementeren doe je zo!. lean leadership* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://leanleadership.be/artikels/5s-implementeren-doe-je-zo/>
 24. CHOLT, Milan. *ŠPAGETOVÝ DIAGRAM. Zlepší To* [online]. 2021 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.zlepsito.eu/l/spagetovy-diagram/>
 25. ROSER, Christoph. *Všechno o: 5x Proč?. Průmyslové inženýrství* [online]. 2019 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2019/06/19/vsechno-o-5x-proc/>
 26. PROCHÁZKA, Josef. *Jak získat maximum z nástroje 5x Proč. Integrated consulting group* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.integratedconsulting.cz/insights/jak-ziskat-maximum-z-nastroje-5x-proc/>
 27. VOGLOVÁ, Veronika. *Kreativní techniky: 5x Proč? a 6 otázek. Unifer* [online]. 2022 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://unifer.cz/kreativni-techniky-technika-5x-proc-a-6-otazek/>
 28. *Analýza příčin. Lean six sigma* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/analyza-pricin/>
 29. ROSER, Christoph. *Diagram rybí kosti, myšlenková mapa a jiné kreativní techniky. Průmyslové inženýrství* [online]. 2019 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2019/04/03/diagram-rybi-kosti-myslenkova-mapa-a-jine-kreativni-techniky/>
 30. STŘELEČ, Jiří. *Ishikawa diagram. Vlastní cesta* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/ishikawa-diagram-1/>
 31. *Tisk a Tiskové Techniky. Machinery europe* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.machineryeurope.com/tiskove-techniky>
 32. *Druhy tisku a tiskové techniky. Premo* [online]. 2022 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.premocz.eu/druhy-tisku-a-tiskove-techniky>
 33. *Offset lithography printing. Research gate* [online]. 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Offset-lithography-printing_fig9_277016861
 34. *The Inner Workings Of The Gravure Printing Process. Coadengineering* [online]. 2021 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://coadengineering.com/inner-workings-of-gravure-printing-process/>
-

35. *Mobilní oboustranný regál s boxy Unibox. Mamutan* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/mobilni-oboustranny-regal-s-boxy-unibox-70-ks-002003>
36. *Converprint. WH group* [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: https://www.wh.group/na/en/our_products/convertng/convertng_systems/converprint/

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbols

Označení	Legenda	Jednotka
C_m	cena montážní hodiny	[Kč]
C_R	cena regálu s kanbanovými boxy	[Kč]
C_S	cena plýtvání zapříčeného kanbanem na dvou pracovištích	[Kč]
C_{S1}	cena plýtvání zapříčeného kanbanem u stroje 1	[Kč]
C_{S2}	cena plýtvání zapříčeného kanbanem u stroje 2	[Kč]
D	požadavky zákazníka	[min]
P_S	počet dvojic strojů k návratnosti investice	[ks]
T	rychlost taktu	[min]
T_a	práce za určitou dobu	[min]
t_1	úspora času přidáním závitových děr do bočnic stroje	[hod]
t_2	úspora času úpravou blatníku formovacího válce	[hod]
t_3	úspora času úpravou čepů pro upevnění barevníkové vany	[hod]
t_4	úspora času úpravou výkresu svorkovnicové skříně	[hod]
t_5	úspora času úpravou piktogramů ovládacího panelu	[hod]
t_6	úspora času úpravou kusovníku stroje	[hod]
t_k	úspora času pro kanban na jiných halách	[hod]
t_x	úspora času na danou operaci	[hod]
U_C	celková úspora nákladů optimalizací stroje	[Kč]
U_k	úspora nákladů zavedením kanbanu	[Kč]
U_{kon}	celková úspora nákladů konstrukčních úprav	[Kč]
U_x	úspora nákladů za danou operaci	[Kč]
U_1	úspora nákladů přidáním závitových děr do bočnic	[Kč]
U_2	úspora nákladů úpravou výkresu blatníku formovacího válce	[Kč]
U_3	úspora nákladů úpravou čepů pro uchycení barevníkové vany	[Kč]
U_4	úspora nákladů úpravou výkresu svorkovnicové skříně	[Kč]
U_5	úspora nákladů úpravou výkresu ovládacího panelu	[Kč]
U_6	úspora nákladů přidáním součástí do kusovníku	[Kč]

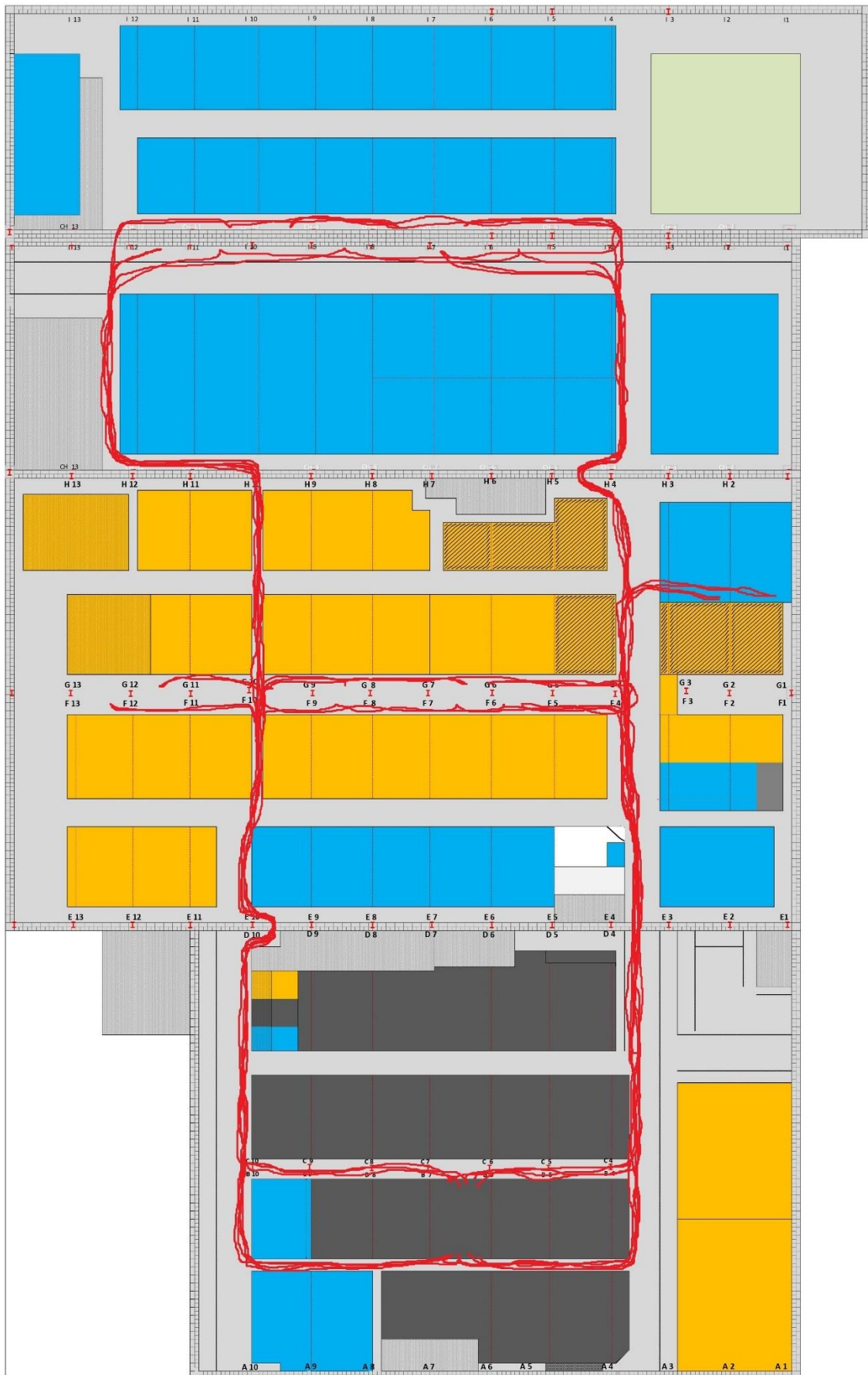
Zkratky

Označení	Legenda
4P	výrobní systém společnosti Toyota
BzO	označení návozu
DVD	Digital Versatile Disc
EL	materiál pro elektrikáře
EM	materiál pro koncovou montáž
IBN	výstupní kontrola stroje
JiT	Just in Time
MAKAPA	počet potřebných pracovníků
MSEK	prostoje zapříčiněné oddělením nákupu
MSKO	prostoje zapříčiněné oddělením konstrukce
MSLO	prostoje zapříčiněné oddělením logistiky
MSMO	prostoje zapříčiněné oddělením montáže
NVA	non value added
Q1	první kvartál
Q2	druhý kvartál
Q3	třetí kvartál
Q4	čtvrtý kvartál
RFDI	Radio Frequency Identification
SCHU	Prostoje zapříčiněné školením
VA	value added
VM	materiál pro předmontáž

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Špagetový diagram – obstarání součástí z ostatních hal
Příloha 2 Mobilní oboustranný regál s boxy Unibox [4]

Příloha 1
Špagetový diagram – obstarání součástí z ostatních hal





Popis a parametry

- Plastové boxy Unibox jsou v mobilním oboustranném stojanu uchyceny nosnými lištami.
- Plastový box leží na nosné liště a je současně přidržován další nosnou lištou za horní okraj boxu.

Specifikace

Informace o produktu

Název produktu	Mobilní oboustranný regál s boxy Unibox (70 ks)
Prodejní jednotka	kus
Stránka papírového katalogu	215

Parametr

Počet boxů	70
Celková šířka (mm)	920 mm
Celková výška (mm)	1440 mm
Celková hloubka (mm)	600 mm
Barva konstrukce	ŠEDÁ, ŽLUTÁ
Hmotnost (kg)	46 kg
Počet polic	7
Max. zatížení zásuvky (kg)	10 kg
Max. zatížení (kg)	560 kg
Materiál	kov/plast