TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Optimalizace procesu obrábění hliníkových profilů

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T049 – Výrobní systémy a procesy

Autor práce: **Bc. Andrey Averkov**
Vedoucí práce: Ing. Petr Zelený, Ph.D.

Liberec 2016

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní
Akademický rok: **2015/2016**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Andrey Averkov**
Osobní číslo:	**S14000306**
Studijní program:	**N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor:	**Výrobní systémy a procesy**
Název tématu:	**Optimalizace procesu obrábění hliníkových profilů**
Zadávající katedra:	**Katedra výrobních systémů a automatizace**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky (materiálové toky, logistika, zefektivňování procesů).
2. Popis a kritická analýza stávajícího procesu, odkrytí rezerv.
3. Návrhy opatření na zlepšení stávajícího stavu, příp. návrh nového layoutu.
4. Porovnání se současným stavem, zhodnocení.
5. Závěr a zhodnocení práce.

Rozsah grafických prací:	**podle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy:	**50-60 stran**
Forma zpracování diplomové práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] **LIKER, J.** *Tak to dělá Toyota*. **Praha: Management press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.**

[2] **SIXTA, J. a V. MAČÁT.** *Logistika*. **Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.**

[3] *IPA slovník* **[online slovník], 2015. Dostupné z http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik.**

Vedoucí diplomové práce:	**Ing. Petr Zelený, Ph.D.**
	Katedra výrobních systémů a automatizace
Konzultant diplomové práce:	**Ing. Ivan Resl**
Datum zadání diplomové práce:	**15. listopadu 2015**
Termín odevzdání diplomové práce:	**15. února 2017**

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan

L.S.

Technická univerzita v Liberci

Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2015

Prohlášení

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

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

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

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

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

Rád bych zde poděkoval doc. Dr. Ing. Františku Manligovi a Ing. Petru Zelenému, Ph.D. za věnovaný čas a cenné rady při psaní diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Obrobna Resl, s.r.o., která mi poskytla všechny důležité podklady a konkrétně panu Ing. Ondřeji Reslovi za trpělivost při zodpovídaní dotazů.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mě podporovali v průběhu celého mého studia.

TÉMA : **OPTIMALIZACE PROCESU OBRÁBĚNÍ HLINÍKOVÝCH PROFILŮ**

ABSTRAKT: Cílem této diplomové práce je identifikovat polýtvání ve výrobním procesu, návrhnout opatření vedoucí k optimalizace výrobního procesu a pokud možno odstranit jednoho pracovníka. Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou, přičemž teoretická část práce obsahuje literáturní poznatky vedoucí k optimalizace výrobního procesu pomocí nástrojů průmyslového inženýrství. Praktická část se zabývá analýzou současného stavu, návrhem opatření pro optimalizace procesu a implementací těchto návrhu do výroby.

KLÍČOVÁ SLOVA: štíhlá výroba, optimalizace, teorie omezení, výrobní process, DMAIC, Časové studie.

THEME : **OPTIMALIZATION OF MACHINING PROCESS OF ALUMINUM PROFILS**

ABSTRACT: The aim of this thesis is to identify waste in the manufacturing process, propose measures for process optimalization and if possible, remove one worker. The diploma thesis is divided into part theoretical and practical, besides theoretical part includes literature knowledge leading to optimalization of the manufacturing process using the tools of industrial engineering. Practical part deals with the analyzes the current status, proposing measures for process optimalization and implementation of the design to manufacturing.

KEYWORDS: Lean production, optimalization, Theory of Constraints, manufacturing process, DMAIC, time studies

Zpracovatel : TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů a automatizace

Počet stran : 82

Počet příloh : 3

Počet obrázků : 30

Počet tabulek : 16

Počet modelů nebo jiných příloh: 0

Obsah

Seznam použitých zkratek a symbolů 8
1. Úvod 9
2. Cíl práce 10
3. Zásady, principy a vybrané metody štíhlé výroby 11
3.1 Six Sigma 11
3.2 Teorie omezení (TOC) 14
3.3 8 druhů plýtvání 16
3.4 Metoda 5S 17
3.5 Časové studie práce 18
3.5.1 Analýza práce 19
3.5.2 Měření práce 19
3.6 Spaghetti diagram 23
4. Popis a analýza současného stavu 24
4.1 Popis výrobku 24
4.2 Současný výrobní proces 25
4.3 Popis jednotlivého vybavení výrobní linky 26
4.4 Struktura výrobní linky 27
4.5 Popis pracovních činností pracovníků na lince 29
4.5.1 Výrobní proces na prvním odjehlovacím pracovišti 29
4.5.2 Výrobní proces na druhém odjehlovacím pracovišti 31
4.6 Analýza snímků pracovního dne pracovníků na lince 33
4.6.1 První odjehlovací pracoviště 33
4.6.2 Druhé odjehlovací pracoviště 36
4.8 Spaghetti diagram 39
4.9 Analýza vzdáleností 40
4.10 Výpočet zákaznického taktu 41
5. Optimalizace současného stavu 43
5.1 Rozbor jednotlivých bodů pro optimalizaci a návrh řešení 44
5.1.1 První odjehlovací pracoviště 44
5.1.2 Druhé odjehlovací pracoviště 49
5.2 Summa 50
5.3 Shrnutí návrhů 50
5.4 Realizace a zavádění navrhovaných řešení 55

5.4.1 Nový pracovní postup pro jednoho pracovníka 55
5.4.2 Analýza výrobního procesu po realizaci opatření 56
5.4.3 Analýza nákladů a přínosů 59
5.4.4 Zlepšení, které budou realizovány v blízké budoucnosti 61
6. Závěr 61
Seznam použité literatury 63
Seznam obrázků 66
Seznam tabulek 67
Seznam grafů 67
Seznam příloh 67

Seznam použitých zkratek a symbolů

Symbol	Popis
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control (definuj, měř, analyzuj, zlepšuj, řiď)
DPMO	Defects Per Milion Opportunities (počet vad na milión příležitostí k vadě)
Six Sigma	Strategie řízení, která je zaměřená na neustálé průběžné zlepšování
5S	Metoda pro vytváření a udržení organizovaného, čistého a vysoce výkonného pracoviště
TOC	Theory of constraints (teorie omezení)
Layout	Půdorysný pohled na rozvření ve výrobním prostoru
VA	Value Added (Přidávající hodnotu)
TDD	Throughut Dollar-Days (Korunodni průtoku)
IDD	Inventory Dollar-Days (Korunodni zásob)
OE	Operating expens (provozní náklady)
LS	Laenstraeger (Přední podélník)

1. Úvod

V dnešní době na vysoce konkurenčním trhu musí podnik rychle reagovat na změny ve svém okolí a minimalizovat působení negativních vlivů. Pro dlouhodobé působení na trhu je nutné plně pochopit požadavky zákazníka a vše s ním konzultovat, byt s ním v těsné spolupráci. Většina podniků se dnes setkává s tím, že musí vyrábět ve stále menších sériích a v menších dávkách. Proto je dnes podnik přinucen neustálé zlepšovat, zdokonalovat a inovovat své produkty, služby a vnitropodnikové procesy. Jedním z prostředků zvýšení konkurenceschopnosti je zavádění principů štíhlé výroby.

Společnost Obrobna Resl s.r.o. se sídlem v Liberci byla založena v roce 2001. Od svého vzniku se specializuje na obrábění a povrchovou úpravu kovových odlitků. V roce 2009 se společnost přestěhovala do moderní výrobní haly v průmyslové zóně Liberec-Sever. V současnosti je Obrobna Resl jedním z vedoucích poskytovatelů post-slévárenských služeb v Libereckém kraji.

Obrobna Resl disponuje kapacitou 14 vysokorychlostních CNC center, čtyř jednoúčelových strojů, vibrační a omílací linkou a měřicím centrem. Většina výrobního programu je zaměřena na velkosériové opracování aluminiových odlitků, doplňkovým programem je obrábění odlitků z barevných kovů nebo oceli a řezání hliníkových tyčí. Obrobna Resl má zaveden a certifikován systém řízení kvality (ISO 9001:2008).

2. Cíl práce

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci procesu obrábění hliníkových profilů ve firmě Obrobna RESL s.r.o. Zabývá se analýzou současného stavu, návrhu řešení a ověřením těchto návrhů. Hlavním cílem této práce je ověřit možnosti přesunu práce na jednoho pracovníka, identifikovat plýtvaní ve výrobě a navrhnout opatření vedoucí k optimalizaci výrobního procesu.

Teoretická část práce obsahuje literáturní poznatky vedoucí k optimalizaci výrobního procesu pomocí nástrojů průmyslového inženýrství.

Praktická část je zaměřena na důkladnou analýzu současného stavu za pomocí procesní analýzy, časového snímku dne, grafickým znázorněním – Ganttův a spaghetti diagram. Následně jsou navržena opatření vedoucí k optimalizaci stávajícího výrobního procesu a snížení podílu plýtvaní. Dalším krokem bude implementace navrženého řešení a následující analýza nového stavu.

3. Zásady, principy a vybrané metody štíhlé výroby

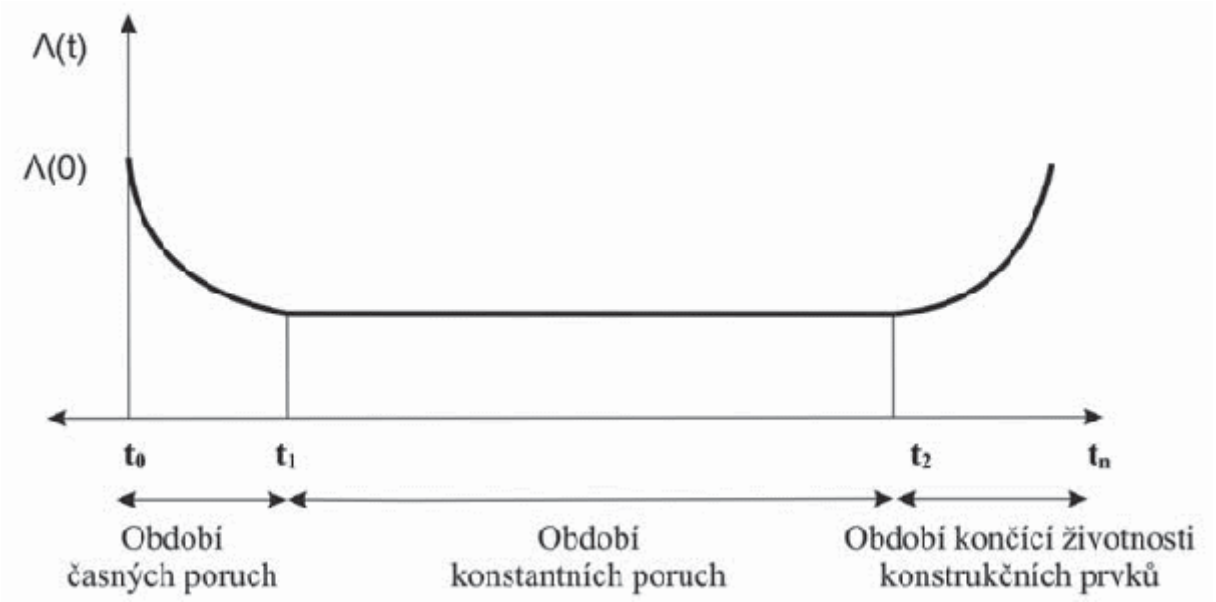
Štíhlou výrobu lze chápat jako soubor metod, nástrojů a technik, jejichž cílem je maximálně uspokojit požadavky zákazníka tím, že bude dosažen stabilní a způsobilý výrobní proces při co nejnižších nákladech. Štíhlá výroba se snaží eliminovat všechny druhy plýtvání v podniku od objednávky přes výrobní proces až po vyzvednutí výrobku zákazníkem. [1]

3.1 Six Sigma

Six Sigma je strategie řízení, která je zaměřená na identifikaci a odstranění příčin vzniku defektů a zároveň na snižování variability v procesech (odstranění). Klade důraz na využíti statistických a matematických modelů. Tato metoda původně byla vyvinuta společností Motorola v 80. letech 20. století. Dnes se používá v různých odvětvích průmyslu například v automobilovém, chemickém, elektrotechnickém atd. Nejpoužívanější metodologie Six Sigma je cyklus zlepšování DMAIC, viz následující obrázek. [2; 3]

Obr. 1: Six Sigma [4]

Základy metody Six Sigma položili Bill Smith a Mikel Harry. Vanová křivka ukazuje tří typy selhání: období časných poruch (na levé straně vanové křivky), období konstantní intenzity poruch (střední část křivky), období dožívání (na pravé straně vanové křivky). Bill Smith kladl důraz na oblast časných poruch, protože defekty v této oblasti tvořily skryté vady vedoucí ke zkrácení životního cyklu, viz Obr.2. Bill Smith doporučil posuzovat kvalitu na základě měření směrodatných odchylek proměnlivosti procesů.



Obr. 2: Charakteristický průběh intenzity poruch [5]

Slovo „sigma„ je písmeno řecké abecedy, které vyjadřuje míru proměnlivosti procesů. Počet sigma udává pravděpodobnost, s jakou se v procesu vyskytne chyba. Často hodnoty sigma jsou vyjádřeny jako DPMO - počet vad na milión příležitostí k vadě, neshodě, poruše (Defects Per Milion Opportunities). Například úroveň kvality 3 Sigma je přibližně 66 800 defektů na milion příležitostí ke vzniku vady. Cílem je dosáhnout úroveň kvality 6 sigma, kdy na milion příležitostí připadá maximálně 3,4 DPMO, viz následující tabulka. [6]

Tabulka 1: Zjednodušená konvergentní tabulka hodnot Sigma

Úroveň sigma	**DPMO**
1	690 000
2	308 000
3	66 800
4	6 210
5	320
6	3,4

Firma Motorola v roce 1986 investovala původních 25 milionů dolarů do školení a realizace programu Six Sigma. Jeden rok po zahájení programu společnost ušetřila téměř 250 milionů dolarů a dosáhla pětinásobný nárůst objemu prodejů, zatímco zisk se zvýšil o 20% za rok. Do roku 1992 ve školení se zúčastnilo 70 000 z 100 000 zaměstnanců. Motorola dosáhla snížení vad ve výrobě o 80%, tím uspořila 4 miliardy dolarů. [2]

Metoda DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)

Metoda DMAIC je univerzálně použitelná metoda postupného zlepšování, součástí filozofie Six Sigma. DMAIC je abreviatura, která vznikla z prvních pěti písmen anglických slov popisujících jednotlivé kroky cyklu zlepšování. Tato metoda se většinou používá při zlepšování stávajících výrobních procesů. Jednotlivé kroky cyklu lze přeložit jako: Define – Definuj, Measure – Měř, Analyse – Analyzuj, Improve – Zlepšuj, Control – Řiď.

Define (Definuj) – Fáze definovaní projektů, cílů, očekávaní, zdrojů a časů.

- Výběr a stanovení rozsahu projektu, specifikace cíle
- Definování zákazníků, jejich potřeb a očekávání
- Sestavení týmu a jeho vedoucí pracovník
- Vytvoření projektové karty

Measure (Měř) – Fáze měření

- Plán sběru dat o současném stavu
- Stanovení technik sběru dat
- Shromáždění informací a dat

Analyza (Analyzuj) – Fáze analýzy

- Zpracování naměřených dat
- Porovnání cílového stavu se skutečným
- Stanovení a analýza skutečných příčin problémů

Improve (Zlepšuj) – Fáze zlepšování

- Nalezení kořenových příčin
- Hledání a generování myšlenek o způsobech zlepšování procesů
- Návrh pilotního řešení
- Testování a pilotní nasazení

Control (Kontroluj) – Fáze kontroly

- Měření a hodnocení dosažených výsledků
- Standardizace procesu [7]

3.2 Teorie omezení (TOC)

TOC je ucelená manažerská filozofie sloužící k řízení a trvalému zlepšování činnosti organizací pomocí řízení úzkých míst. TOC poprvé popsal Eliyahu Goldratt ve své knize The Goal (Cíl) v roce 1984. Z teorie omezení plyne, že každý systém má minimálně jedno úzké místo, kdyby firemní systém neobsahoval žádná úzká místa, průtok by se bez časového omezení do nekonečna zvyšoval. Základní snahou je tato úzká místa v systému vyhledat a maximálně podřídit všechno ostatní jejich plnému využití. Pro neustálé zlepšování procseu v podniku teorie omezení (TOC) používá postup o pěti krocích. [8]

1.krok) Identifikace omezení systému – Úzké místo lze jednoduše identifikovat. Zpravidla úzké místo se nachází v místě, kde se hromadí dlouhodobě zásoby a to může být stroj, nástroj, pracovník atd.

2.krok) Maximální využití omezení – Protože omezení limituje průtok celého systému, musíme z něj dostat maximum.

3.krok) Podřízení zbytku systému tomuto omezení – V tomto kroku se vše v systému podřizuje omezenému zdroji. Stejně jako řetěz neudrží náklad těžší, než jaká je nosnost nejslabšího článku.

4.krok) Odstranění omezení – Pokud v předchozích krocích nedošlo k odstranění omezení, přesně víme, že systém pracuje na maximální možný výkon. Typickým příkladem odstranění kapacity omezení je nákup dalších strojů, zaměstnání více lidí, přesun činností z omezení na jiné zdroje.

5.krok) Návrat zpět ke kroku číslo jedna – Po odstranění omezení se vždy vyskytne další úzké místo a opakujeme postup znovu. [8]

Základní metriky TOC

V TOC se sledují tři ukazatelé výroby – průtok, investice (zásoby), provozní náklady.

1. Průtok

Průtok (throughput) = peníze, které organizace obdrží za realizaci svých výrobků a služeb. Míra generování peněz za jednotku času.

$$T = \frac{\text{peníze z prodeje} - \text{variabilní náklady}}{\text{den}} \quad \text{(TDD)} \qquad (1)$$

2. Investice, zásoby

Zásoby IDD (Inventory Dollar Days) = peníze vydané na nákup potřebných komponent. Veškeré peníze vázané v podniku.

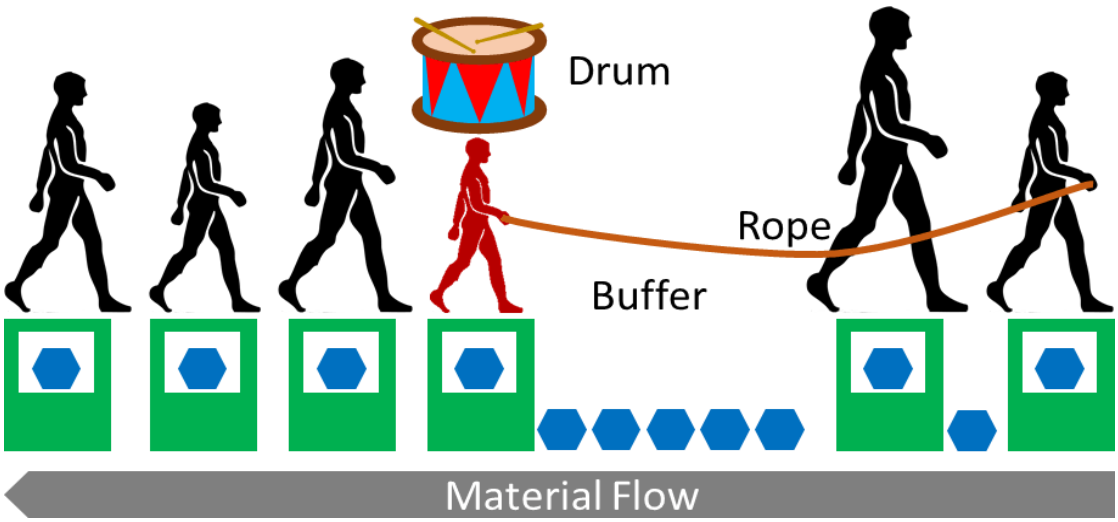
3. Provozní náklady

Provozní náklady OE (operating expens) = peníze vydané na vlastní transformaci zásob na průtok. [9]

Drum – Buffer – Rope (DBR)

Výrobně-plánovací metoda vychazí z principů TOC a lze ji popsat jako posloupnost tří základních kroků.

1. Drum (buben) – představuje úzké místo (kritické pracoviště) a lze ho definovat jako detailní hlavní plán výroby, protože úzké místo určuje rytmus celé výroby. Proto při plánovaní výroby musí byt bráno v úvahu kritická místa výroby. Je proto logické, že při odvazování rytmu práce je nutno identifikovat toto kritické místo. Jinak může nastat případ, kdy plánované zatížení kritických pracovišť přesáhne jejich fyzickou kapacitu, a tím dojde ke snížení dodavatelské spolehlivosti. [10; 11]
2. Buffer (zasobník) – protože úzké místo mělo být vytížené na maximum a výpadek zdrojů před úzkým místem ohrožuje výkonnost celého systému. Proto jsou kritické zdroje chráněny pomocí zásobníku. V DBR se setkáváme s následujícími druhy zásobníků: časový a kapacitní. Časový zásobník reprezentuje výdej materiálu o plánovaný časový úsek dříve. Kusový zásobník představují ochranné zásoby hotových výrobků, rozpracované výroby nebo nakupovaného meteriálu, které chrání úzké místo od výkyvů poptávky. Obvykle se zásobník dává:
    - **před úzkým místem -** ochraňuje úzké místo,
    - **před montážním místem –** zabezpečuje, aby na montážním pracovišti, do kterého vstupuje komponent z úzkého místa, byly v předstihu připraveny všechny ostatní komponenty
    - **před expedici dokončeného výrobku** - chrání termín odvedení zakázky. [12; 11]
3. Rope (lano) – je synchronizační mechanismus, který provazuje kritické místo se všemi ostatními pracovišti v systému. Protože většina výrobních prostředků ve výrobě je nekritická, je důležité celý proces správně naplánovat, viz Obr. 3. [13; 11]



Obr. 3: Drum – Buffer – Rope [14]

3.3 8 druhů plýtvání

Na začátku definovala firma Toyota sedm druhů plýtvání. Za plýtvání se považuje všechno to, co nepřidává hodnotu finálnímu produktu.

1. Nadprodukce je považována za nejhorší druh plýtvání ze všech. Vzniká z důvodu výroby většího množství výrobků, než si objednal zákazník a dochází tím k vytváření přebytků. Nadprodukce může být způsobena nízkou spolehlivostí provozu, nebo dlouhou dobou seřízení výrobních strojů.

2. Čekání představuje nečinnost či zbytečné prostoje. Může být způsobena mnoha příčinami, např.: chybějící materiál, špatný personál, poruchy, čekání na stroj nebo informaci.

3. Zbytečná přeprava materiálu. Tento druh plýtvaní zahrnuje zbytečnou přepravu materiálů jak z důvodu špatného layoutu, tak i ve smyslu přenášení výrobku na pracoviště. Způsobuje růst nákladů, který je spojený s neefektivním používáním techniky a lidí provádějících přepravu.

4. Nesprávné výrobní postupy způsobuje zvýšení ceny, za kterou zákaznik nezaplatí. Jedná se o chodu strojů naprázdno, stejnou práci prováděnou několikrát, nebo užití nevhodného technologického postupu.

5. Vysoké zásoby jsou přímý důsledek nadprodukce. Každá položka vyžaduje prostor a tím se i zvyšují skladovací a přepravních náklady a způsobuje potíže při manipulaci a navážení materiálu.

6. Zbytečné činnosti a pohyb pracovníků jsou zapříčiněny nevhodným uspořádáním pracoviště. Špatně ergonomicky uspořádané pracoviště má negativní vliv na produktivitu, kvalitu a bezpečnost práce. Pracovník musí hledat nářadí, materiál nebo výrobní pomůcky.

7. Poruchy ve výrobě, opravy jsou způsobeny existencí a nápravou neshodných polotovarů nebo dílů. Tento druh plýtvaní je náročný časově, materiálově a energicky.

8. Nevyužitý lidský potenciál je podceňování myšlenek, nápadů a zkušeností zaměstnanců a vede k demotivaci pracovníků. [15]

3.4 Metoda 5S

Metoda 5S patří mezi základní pilíře štíhlé výroby. Je to metoda organizace pracovního prostředí, která si klade za cíl vytvořit tzv. štíhlé pracoviště. Jinými slovy vytvořit takové pracoviště, na kterém budou pouze věci přidávající hodnotu výslednému produktu a na místech k tomu určených. Označení 5S se skládá z pěti prvních písmen japonských slov začínajících na S a jsou to:

- Seiry (pořádek na pracovišti) – nechat na pracovišti jen nutné věci.
- Seiton (uspořádání) – vyjasnit si posloupnost pracovních kroků.
- Seiso (čistota, udržování pořádku) – vracet nástroje na své místo.
- Seiketsu (standardizace) – neustálé a opakované zlepšování organizace práce.
- Shitsuke (udržení standardu) – udržet pořádek na pracovišti.

Seiry (setřídit, separovat) – cílem je identifikovat věci, které jsou potřebné na pracovišti pro aktuálí provoz a které se musejí z pracoviště odstranit. K označení jednotlivých předmětů na pracovišti se využívá tzv. kartičková metoda.

Seiton (uspořádat, systematizovat, vizualizovat) – cílem je nalezení správného, vhodného místa pro věci, které zůstaly po provedení prvního kroku. Předměty, které se na pracovišti používají velmi často, by měly být umístěny co nejblíže. Naopak ty, které jsou používány méně často, mohou být umístěny ve větší vzdálenosti.

Seiso (společně čistit) – jde o systematické udržování čistoty na pracovišti. Je potřeba přiřadit odpovědného pracovníka. Zpracovat plán čištění - co se bude čistit, kdo to bude čistit, kdy, jak často a jaké pomůcky se při čištění budou používat.

Seiketsu (standardizovat) – účelem tohoto kroku je standardizovat všechny aktivity, které souvisí s udržením čistoty a pořádku na pracovišti tak, aby předepsané činnosti byly prováděny stejným způsobem.

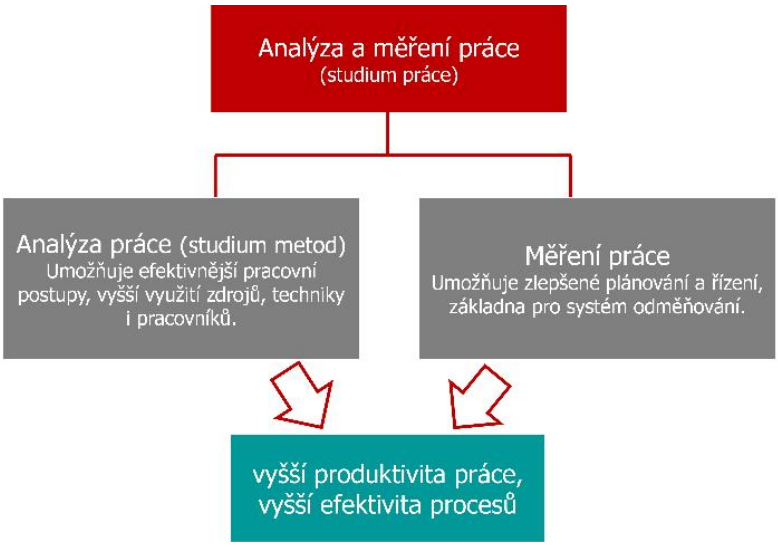
Shitsuke (stále zlepšovat) – jde o dodržování a zlepšování stanovených standardů a zabránit vracení pracoviště do původního (neuspořádaného) stavu. Cílem je změna myšlení a chování lidí v podniku, změna kultury. [16; 17; 18]

3.5 Časové studie práce

Metody pro analýzu a měření práce poskytují nástroje na odhalení a odstranění neefektivnosti při vykonávání práce. Patří k základním znalostem průmyslových inženýrů. Efektivní použití metod analýzy a měření práce umožňuje získat následující přínosy:

- zvyšují produktivitu při velmi malých investicích,
- definují časové normy,
- přispívají ke zvyšování bezpečnosti na pracovišti,
- úspory z použití metod jsou viditelné ihned,
- mohou být uplatňovány v libovolném prostředí,
- jsou relativně lehké a systematické,
- jsou výbornou zbraní na neefektivnost. [19]

Analýza a měření práce je systematický postup záznamu a analýzy způsobu vykonávání práce s cílem zlepšit jejích efektivnost a definovat normy času na jednotlivé činnosti, viz Obr. 4.



Obr. 4: Analýza a měření práce [11]

3.5.1 Analýza práce

Analýz práce nám poskytuje možnost získávání informací o pracovních procesech, které jsou následně analyzovány s cílem objevit plýtvání. Na základě této informace můžeme zlepšit efektivnost použití zdrojů, zjednodušit vykonávání práce, spojovat anebo přeuspořádat sekvenci operací za účelem lepších výsledků a případně odstranit nepotřebné části operace.

Postup při analýze práce:

- Výběr a vymezení prací, které budou následovně zkoumány
- Zaznamenejte vypovídající fakta o této práci
- Prozkoumejte způsoby, jak je práce vykonávána
- Navrhněte nejlepší metodu jak práci vykonávat
- Zhodnoťte alternativní metody pro zlepšení vykonávané práce
- Definujte novou metodu
- Implementujte novou metodu
- Udržujte a kontrolujte nový stav. [19; 20; 21]

Zvolená metoda by měla poskytnout všechny potřebné informace pro analýzu a návrh pracovní metody a odpovědět na následující otázky:

- *Cíl a účel* sledovaného pracovního procesu
  Proč je proces vykonáván?
- *Místo* provádění pracovního procesu
  Kde je vykonáván a proč?
- *Sekvence* pracovního procesu
  Kdy je vykonáván a proč?
- *Osoby* provádějící pracovní proces
  Kdo je vykonává a proč?
- *Způsob* provádění pracovního procesu
  Jak je vykonáván a proč? [19]

3.5.2 Měření práce

Měření práce – je soubor technik které se zaměřují na sběr dat a určení času potřebného na vykonání specifické práce kvalifikovaným dělníkem na definované úrovni výkonu. Umožňuje stanovení skutečné spotřeby času na zpracování materiálů nebo obsluhu zákazníka. Hlavním

cílem měření práce je především normování práce a snaha o racionalizaci pracovních procesů. [19; 22; 16]

Metody pro měření spotřeby času práce lze rozdělit do dvou základních skupin a to metody přímého měření a metody předem určených času. Nepřímé metody jsou používány pří projektování nové práce z důvodu nemožnosti provést přímé časové studie nebo tam, kde ji nelze z provozních důvodů uplatnit. [16] Pro účely této práce se budeme věnovat výhradně přímému měření spotřeby času.

Metody přímého měření práce

Metody přímého měření práce patří mezi nejpoužívanější metody a ve většině případech slouží jako výchozí. Pro měření spotřeby času pracovníků se používají zejména tyto základní druhy časových snímků, a to je:

- Snímky pracovní operace nebo úkonů,
- Snímky pracovního dne,
- Snímky multimomentkové (momentové pozorování) [16]

Snímky operace se používají pro měření spotřeby času u činností, které se opakují s časem. Zjištění číselné hodnoty pak vyhodnocujeme (zpacováváme) pomocí statistických metod a stanovíme pravděpodobnou střední hodnotu času trvání operace a jejích jednotlivých činností. V praxi se používají tří druhy snímků operací: *chronometráž, snímek průběhu práce, filmový snímek.*

Chronometráž patří mezi nejpoužívanější metody snímkování operace. Je vhodná ke stanovení doby trvání určitého pracovního děje (určité operace), které se pravidelně opakují. Principem této metody je rozdělení měřené operace na jednotlivé úkony, které se pak měří. Tento čas je potom zaznamenáván do předem připraveného formuláře.

- Plynulá chronometráž je metoda nepřetržitého pozorování spotřeby času při které se měří veškeré úkony zkoumané operace. Tato metoda je vhodná pro velkosériovou a hromadnou výrobu.
- Výběrová chronometráž je metoda při které se měří pouze vybrané pravidelně i nepravidelně se opakující předem známé úkony. Spotřebu času měříme přerušovaně, pozorovatel zaznamenává pouze časy začátku a konce úkonů.

- Obkročná chronometráž se používá v případech, kdy je třeba zjišťovat délku trvání velmi krátkých, pravidelně se opakujících prvků operace. V tomto případě se měří časy celých skupin pracovních úkonů a potom se vypočítá délka každého z nich. [23; 24; 25]

Snímek průběhu práce se používá pro sledování pracovní operace s nepravidelným cyklem, při které nelze předvídat časový sled jednotlivých částí operace. Proto pozorovatel zaznamenává nejen spotřebu času, ale i stručně popisuje dílčí činnosti, protože je nelze předem určit. Tato metoda je vhodná pro kusovou a malosériovou výrobu. [25]

Filmový snímek se používá pro měření a zaznamenávání velmi krátkých úkonů, které se cyklicky opakují. Nahrávání práce je provedeno prostřednictvím videosekvence. [25]

Snímek pracovního dne je metoda nepřetržitého měření spotřeby pracovního času během celé směny. Cílem snímku je získat informace o druhu a velikosti spotřebovaného času, identifikovat plýtvání, odhalit ztráty času a jejich příčiny v celkovém čase směny. Údaje snímku pracovního dne slouží jako podklad na odhalení a analýzu neefektivního využití pracovního času, zjišťování příčin nízkých výkonů, stanovení norem spotřeby času, návrh a realizace opatření. [24; 25]

Podle počtu pozorovaných pracovníků se rozlišujou čtyři druhy snímků pracovního dne:

Snímek pracovního dne jednotlivce je druh snímkování při kterém pozorovatel provádí pozorování pouze jednoho pracovníka.

Snímek pracovního dne čety se používá při pozorování skupiny pracovníků.

Hromadný snímek pracovního dne se používá v případech, kdy pozorovatel pozoruje a zaznamenává současně několik pracovišť.

Vlastní snímek pracovního dne dělá sám pracovník, aby měl přehled o tom, jak využívá čas a jaké příčiny mu překáží v lepším využití. [24; 25]

Snímky multimomentkové (momentové pozorování) se používají v situacích, kde probíhají dlouhé a nepravidelné pracovní cykly, a kde jeden pozorovatel má sledovat souběžně několik pracovníků nebo pracovišť. Cílem je stanovit podíl vybraných činností a ztrát resp. činností nebo nečinností na celkovém času směny. Metoda je založena na teorii pravděpodobnosti a jedná se o počet výskytů pozorovaných úkonů během pracovního děje.

Protože se jedná o statistické metody, tak je nutné na začátku rozhodnout, jakou hladinu přesnosti budeme vyžadovat, a poté určíme počet pozorování. Přesnost přímo souvisí s počtem měření neboli (jinými slovy), čím větší počet měření vykonáme, tím máme větší přesnost. Pro hladinu přesnosti v 95% je vzorec k určení potřebného počtu pozorování následující:

$$N = \frac{4 \times p(100-p)}{L^2} \qquad (2)$$

kde N je počet nezbytných pozorování

p – procento z celkového času spotřebovaného činností, kterou se zabýváme (získáme z pilotní studie)

L – požadované limity přesnosti (vyjádřené jako procento)

Mezi výhody momentového pozorování patří výrazně menší časova náročnost ve srovnání například s časovým snímkem dne, z toho plynou nízké náklady, jednoduchost metody i to, že pozorovatel není trvale na pracovišti. Není potřeba přístrojů pro měření časů. Výsledkem použití momentového pozorování je četnost výskytu jednotlivých činností nikoliv přímo údaje o velikosti spotřeby času. Pak s těchto údajů spočítáme procentuální poměr a tím pádem se zjistí podíl jednotlivých činností. [22]

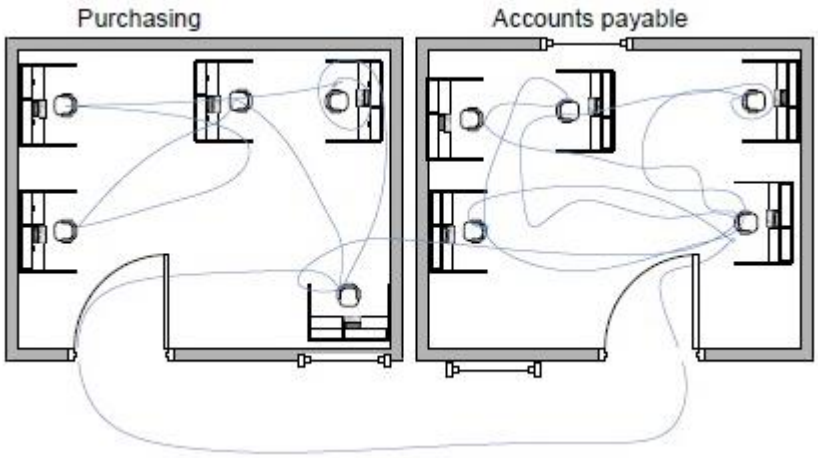
Pro výběr metody práce můžeme použit rozhodovací tabulku, která nám poskytne vhodnou metodu na základě znalosti objemu výroby a cyklového času, viz tabulka 2.

Tabulka 2: Rozhodovací tabulka pro výběr metody [16]

		Objem výroby		
		vysoký	**střední**	**nízký**
Cyklový čas	**dlouhý**	momentkové pozorování, kontinuální časové studie	momentkové pozorování, kontinuální časové studie	expertní odhady, momentkové pozorování, historická data
	střední	momentkové pozorování, kontinuální časové studie, předdefinované časové normy	momentkové pozorování, kontinuální časové studie	expertní odhady, historická data, kontinuální časové studie
	nízký	předdefinované časové normy	předdefinované časové normy, kontinuální časové studie	kontinuální časové studie, expertní odhady

3.6 Spaghetti diagram

Jedná se o jeden z hlavních a nejjednodušších nástrojů pro analýzu současného stavu. Spagehetti diagram je metoda, která zahrnuje veškerý pohyb pracovníka, materiálu, případně tok energií a informací v předem definovaném časovém úseku. Tyto pohyby zaznamenáváme do layoutu budovy nebo pracoviště. Tento způsob analýzy (lze provádět současně s časovým snímkem dne) je často uskutečňován společně se snímkováním průběhu práce. Diagram pomáhá odhalit zbytečné pohyby pracovníků, zbytečný transport, zbytečnou manipulaci materiálů a může být dobrým podkladem pro inovaci layoutu. Spaghetti diagram můžete vidět na obrázku číslo 5.



Obr. 5: Spaghetti diagram [26]

Postup při tvorbě špagetového diagramu:

1. **Výběr procesu, pracoviště, pracovníka, materiálu.** Vytvořit zjednodušený nákres pracoviště nebo využít pracovní layout.
2. **Zmapování současného stavu.** Během pozorování zakreslujeme veškeré (všechny) pohyby pracovníka při práci do layoutu pracoviště.
3. **Analýza současného stavu.**
4. **Návrh nového ekonomičtějšího a efektivnějšího řešení.** Je třeba provést vyhodnocení jednotlivých návrhů a nejlepší zavést.
5. **Standardizace a udržování nového stavu.** [27; 28]

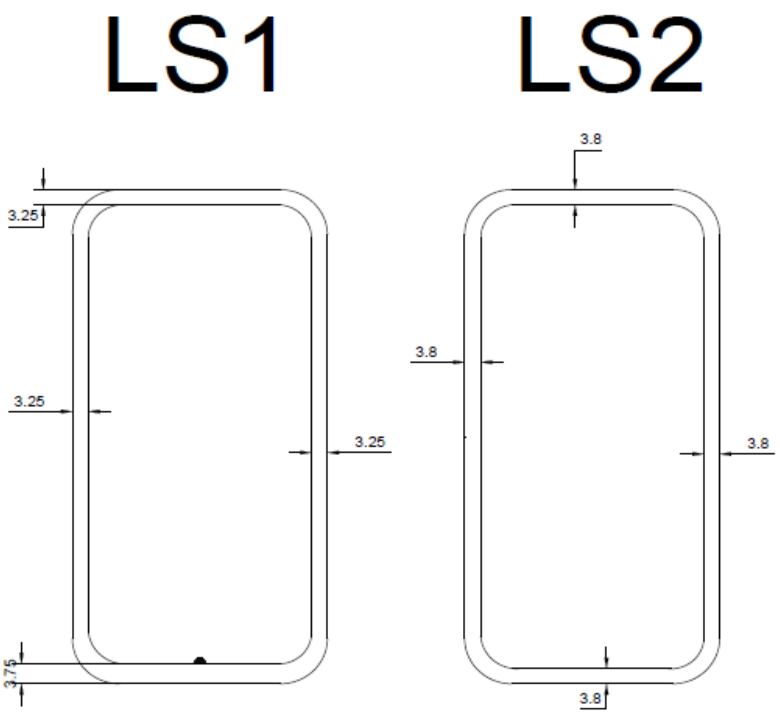
4. Popis a analýza současného stavu

4.1 Popis výrobku

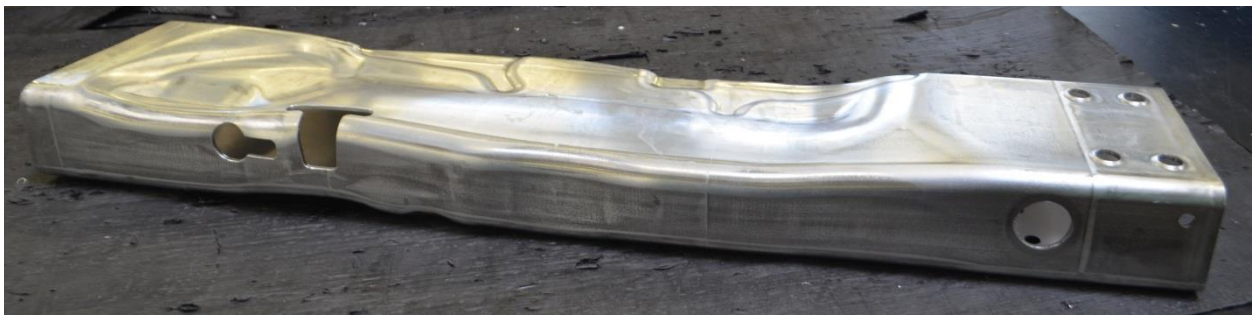
Jedná se o dva podobné typy výrobků, označené jako LS1 a LS2, se stejným technologickým postupem. Rozdíl LS1 a LS2 je jen v tom, že díl LS1 má tloušťku stěn 3,25/3,75 mm a je používán pro evropské trhy a díl LS2 má tloušťku stěn 3,8 mm a je určen pro americký trh, viz Obr. 6, 7. Dále nebudeme rozlišovat LS1 a LS2 a všem budeme říkat LS. V následující tabulce je uveden výrobní plán do roku 2020.

Tabulka 3: Výrobní plán do roku 2020

Rok	Počet kusů [ks]
2016	200 000
2017	200 000
2018	170 000
2019	150 000
2020	30 000
CELKEM	**750 000**



Obr. 6: Průřez dílů



Obr. 7: Konečný výrobek

Konečný výrobek je součástí pasivních bezpečnostních systémů tzv. deformační zóny karosérie. Deformační zóna je část karosérie, nebo nosné struktury vozidla, nejčastěji v přední nebo zadní části, která má za úkol pohltit a ztlumit energii nárazu, viz Obr. 8.

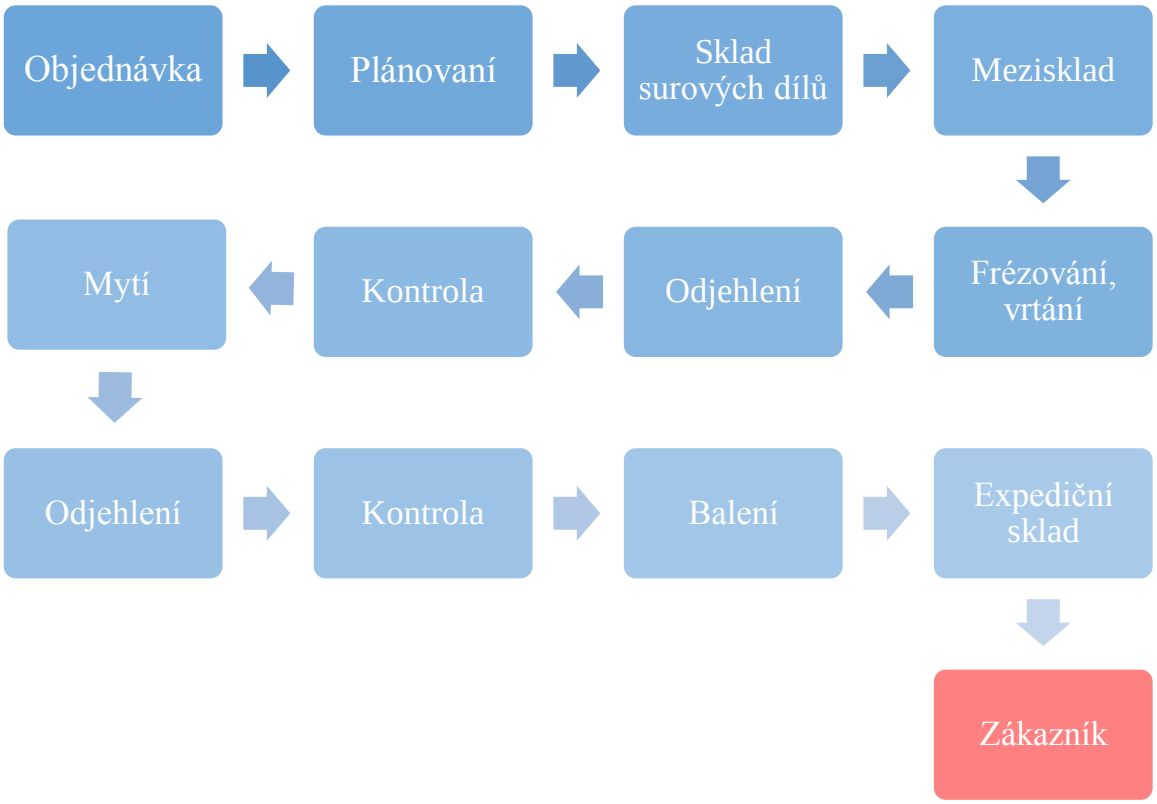
Obr. 8: Deformační zóny karoserie [29]

4.2 Současný výrobní proces

Díly jsou dodávány od zákazníka v bednách (hesson) dle týdenních odvolávek. Dále jsou bedny přepravovány výsokozdvižným vozíkem do meziskladu. Odtud bedny putují k obráběcímu centru, kde jsou díly zpracovávány konvenčními metodami obrábění - vrtáním a frézováním. Poté putují na odjehlovací pracoviště, kde se provádí odjehlení drážek a kontrola Následně jsou díly z tohoto pracoviště vkládány do mycího stroje. Po průchodu mycím strojem jsou díly ručně odjehlovány dle odjehlovacího postupu. Konečnou fází procesu je vizuální kontrola a balení hotového výrobku do G-boxu. Dále jsou bedny přepravovávy do skladu, kde čekají na expedici výrobků směrem k zákazníkoví. Organizačně je pak možné, výše uvedené výrobky charakterizovat jako výrobu sériovou.

Technologický postup

Technologický postup je uveden v příloze 1.



Obr. 9: Schéma výrobního procesu

4.3 Popis jednotlivého vybavení výrobní linky

Doosan HP 5100 je horizontální obráběcí centrum které je vybaveno vysokorychlostním vřetenem a vysoce přesnými lineárními motory na všech osách pro vysoce přesné a vysoko rychlostní obrábění lehkých kovů.

SUMMA odmašťovací stroj

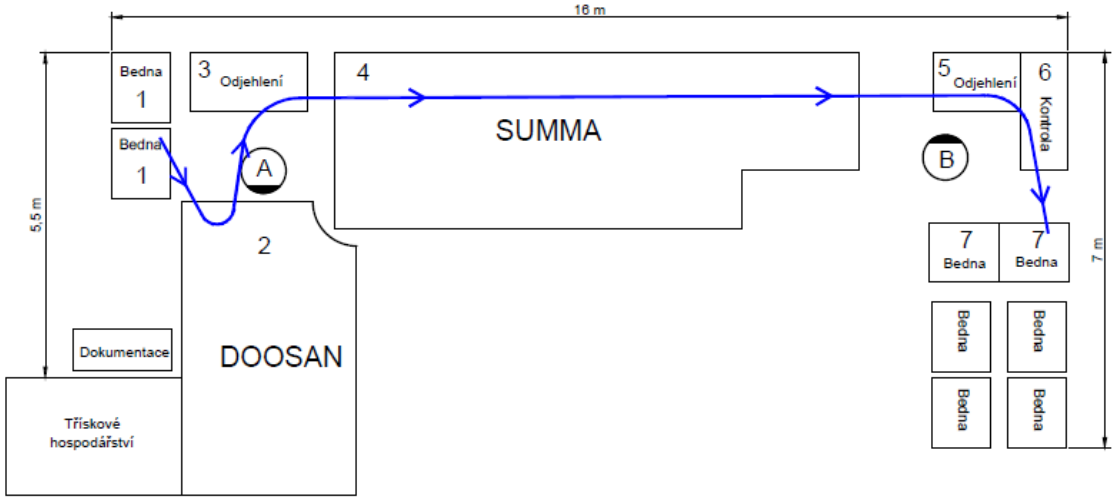
Zařízení Atoll představuje výkonné kompaktní zařízení pro náročné průmyslové odmašťování a čištění. Hodí se pro odmašťování a čištění dílů znečištěných olejem nebo emulzemi. Umožňuje čištění postřikem.

Paletový vozík DB

Paletový vozík pro lehčí provozy a kvalitní podlahy. Standardní paletový vozík na europalety, tandem. Nosnost 2000 kg. Šířka 520 mm, délka vidlice 1150 mm, váha 60 kg.

4.4 Struktura výrobní linky

Výrobní linka se skládá z jednoho výrobního stroje - DOOSAN, jednoho mycího stroje – SUMMA, dvou odjehlovacích pracovišť, dvou kontrolních pracovišť a jednoho paletového vozíku pro přepravu beden mezi meziskladem a pracovištěm A, respektive mezi pracovištěm B a skladem hotových výrobků. Nezbytnou součástí linky je její obsluha. Schéma výrobní linky lze vidět na Obr. 10.



Obr. 10: Layout výrobní linky

1. Vstupní bedna
2. Horizontální obráběcí centrum DOOSAN
3. Odjehlovací pracoviště A
4. Mycí stroj SUMMA
5. Odjehlovací pracoviště B
6. Kontrolní stůl
7. Výstupní bedna

Lidské zdroje

Linka vyrábí 5 dní v týdnu, ve dvousměnném provozu, se směnností R (ranní) a N (noční), přičemž ranní směna trvá od 6:00 do 18:00 hodin a noční směna trvá od 18:00 do 6:00 hodin. Linku obsluhují dva pracovníci, jeden pracovník obsluhuje první odjehlovací pracoviště (A) a další pracovník obsluhuje druhé odjehlovací pracoviště (B).

Roční využitelné časové fondy

Kalendářní časový fond (Tk) 365 dnů

Nominální časový fond (Tn) 252 dnů

Roční časový fond výrobní linky v jedné směně (Er):

$$\mathrm{Er} = 252 \times 12 = 3\,024\ \mathrm{hod/rok} \quad (3)$$

Roční efektivní časový fond výrobní linky v jedné směně (Es). Z celkového počtu pracovních dnů linka bývá odstavená z důvodu plánovaných a neplánovaných oprav, to činí 8% :

$$\mathrm{Es} = (\mathrm{Er} - 0{,}08 \times \mathrm{Er}) \times \mathrm{s} = 3\,024 - (0{,}08 \times 3\,024) = 2782\ \mathrm{hod/rok} \quad (4)$$

Roční efektivní časový fond dělníka v jedné směně (Ed):

$$\mathrm{Ed} = 252 \times 11 = 2\,772\ \mathrm{hod/rok} \quad (5)$$

Výrobní kapacita v jedné směně

$$\mathrm{Qp} = \mathrm{Tp} \times \mathrm{Vp} = 2\,782 \times 44 = 122\,412\ \mathrm{ks/rok} \quad (6)$$

kde: Qp - výrobní kapacita vyjádřená v naturálních jednotkách,

Tp - využitelný časový fond v hodinách,

Vp - výkon v naturálních jednotkách za 1 hodinu.

4.5 Popis pracovních činností pracovníků na lince

Výrobní linka je rozložena do dvou pracovišť (úseků):

- První odjehlovací pracoviště - CNC obrábění, odjehlení, kontrola a mytí
- Druhé odjehlovací pracoviště - odjehlení, kontrola a balení.

4.5.1 Výrobní proces na prvním odjehlovacím pracovišti

Pracoviště je znázorněno na Obr. 11. Díly na linku vstupují v balící jednotce po 32 ks/bedna. Z ergonomického hlediska jsou bedny naváženy ve dvojicích, pro snížení fyzické námahy operátora. Otvory se vrtají a frézují s T a K drážkami na DOOSANu v taktu 44 kusů za hodinu - 4 kusy za 5,45 minut.

Obr. 11: První odjehlovací pracoviště

Jak už bylo zmíněno, pracoviště A obsluhuje jeden pracovník. Pracovník vyndává obrobené díly z DOOSANu na odjehlovací stůl. Dále se vkládají do přípravku neobrobené díly, po výměně všech 4 dílů pracovník zmáčkne tlačítko a tím stroj zafixuje díly na přípravku hydraulickými upínkami. Pak je nutno doklepat každý kus paličkou u hydraulických upínek, aby dosedly na dosedací body, viz Obr. 12. Dále pracovník tlačítkem uzavře dveře stroje a stroj čeká na uvolnění předchozí dávky. Podrobný technologický postup je uveden v příloze č. 1.

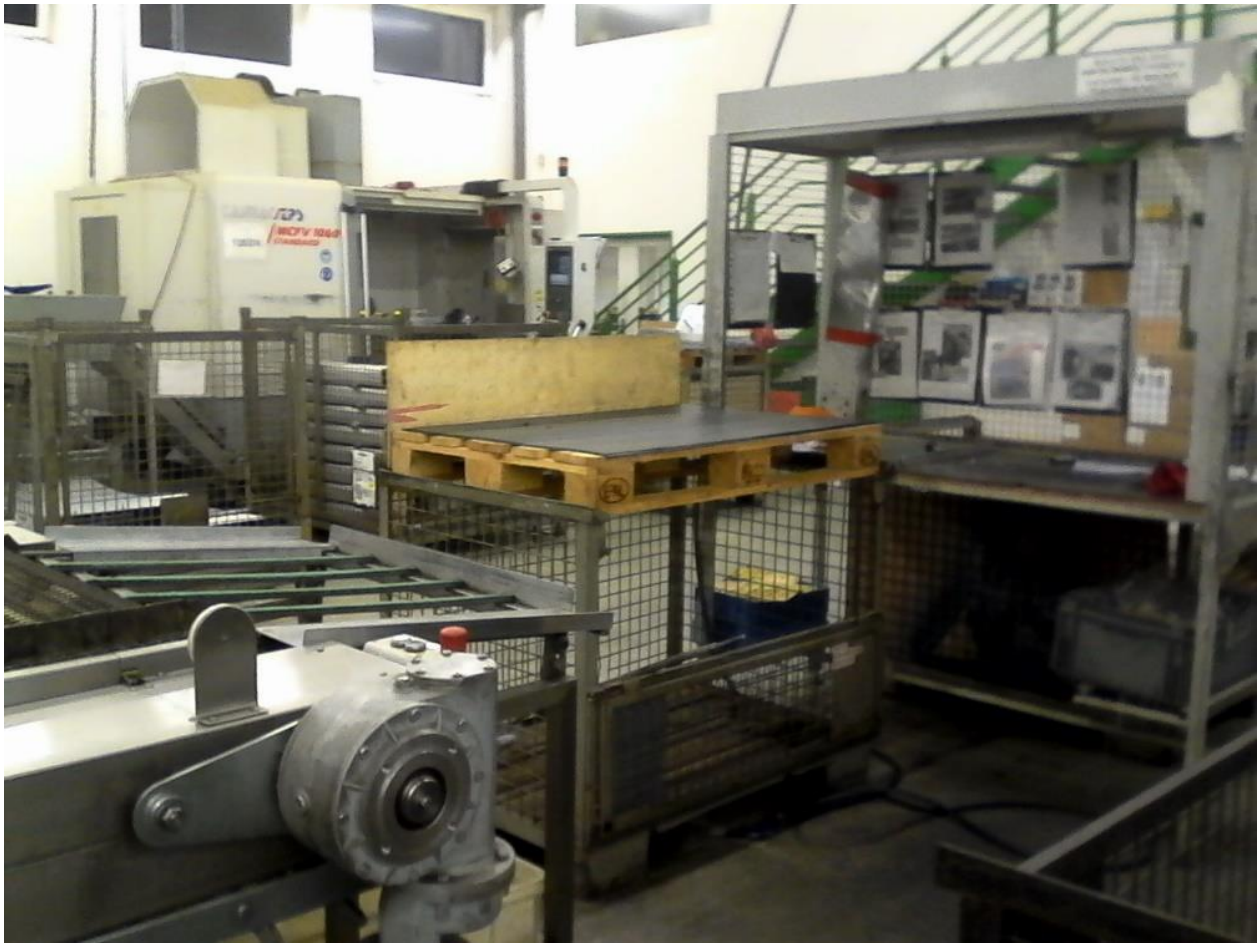
Obr. 12: Výměna dílů

Po spuštění stroje pracovník přejde na odjehlovací pracoviště, kde odjehluje „T“ a „K“ drážky pomocí vysokootáčkové frézy. Poté se provede kontrola na poka-yoke a díl se vloží do SUMMy, viz Obr 13. Celý cyklus výroby dílu LS se opakuje. Podrobný kontrolní plán je uveden v příloze č. 2.

Obr. 13: Odjehlení T a K drážek, vkládání do myčky

4.5.2 Výrobní proces na druhém odjehlovacím pracovišti

Pracoviště B obsluhuje jeden pracovník. Omyté díly vycházejí na druhé straně mycího stroje neboli na druhém odjehlovacím pracovišti. Pracoviště je znázorněno na Obr. 14.



Obr. 14: Druhé odjehlovací pracoviště

Pracovník vyjímá díly z myčky a nechá je odkapat do dopravníku. Poté se díl pokládá na odjehlovací stůl, kde následovně pracovník odjehluje otvory dle technologického postupu. Pak očistí díl kartáčem od třísek, pootočí ho na žebro a zbývající třísky ofoukne vzduchem pomocí ofukovací pistole. Poté, co se provede vizuální kontrola na ‚rybí oči' se každý díl se označí markérem (tečka), viz Obr. 15.

Obr. 15: Odjehlení, ofuk vzduchem, označení markérem

Dále jsou díly skladovány do beden dle balícího postupu, viz Obr. 16. Po vyplnění průvodky bedny jsou přepravovány na sklad hotové produkce. Výstupem z linky jsou díly LS v balících bednách po 58 kusech, které si dále převezme zákazník. Podrobný balící předpis je uveden v příloze č. 3.

Obr. 16: Balení dílů

4.6 Analýza snímků pracovního dne pracovníků na lince

Abychom získat informace o druhu a velikosti spotřebovaného času, identifikovat plýtvání, odhalít ztráty času na jednotlivých pracovištích a vytíženost operátorů. Provedeme měření za pomocí snímku pracovního dne.

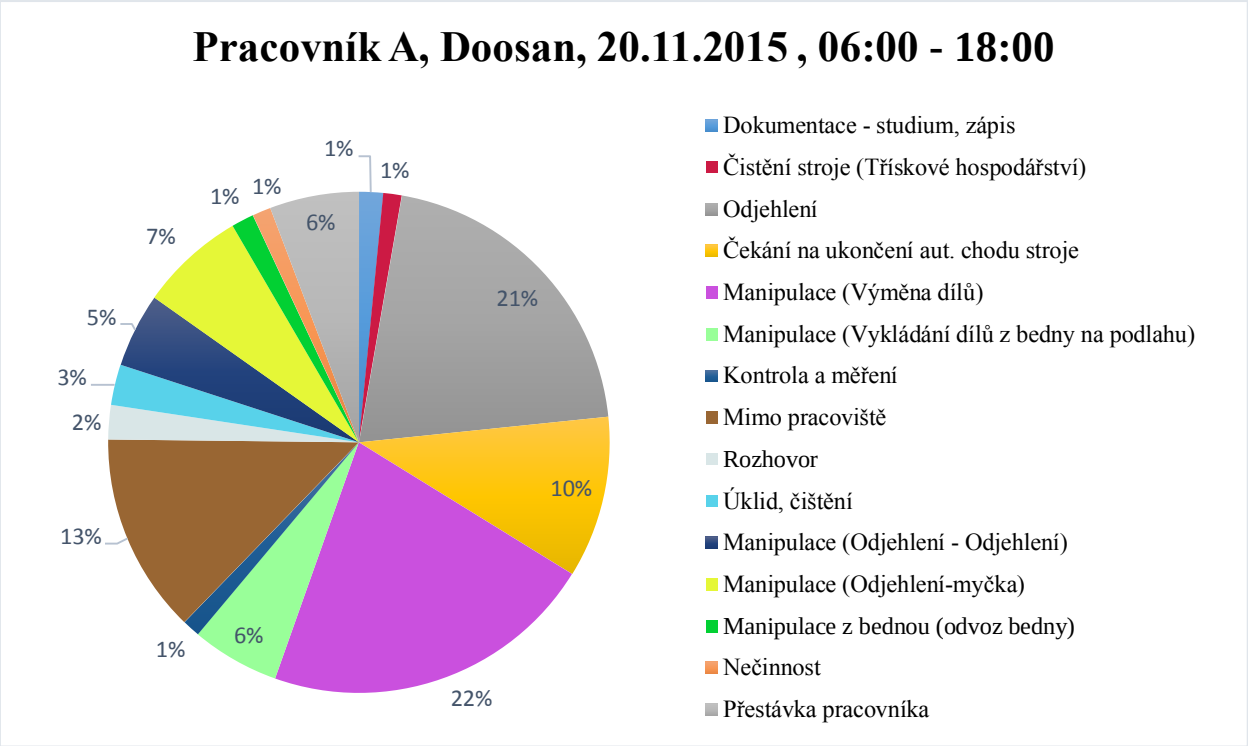
4.6.1 První odjehlovací pracoviště

Snímkování pracovníka proběhlo v rámci jedné dvanáctihodinové pracovní směny dne 20.11.2015. V tabulce 4 je uveden výsledek měření snímku pracovního dne pracovníka na prvním odjehlovacím pracovišti.

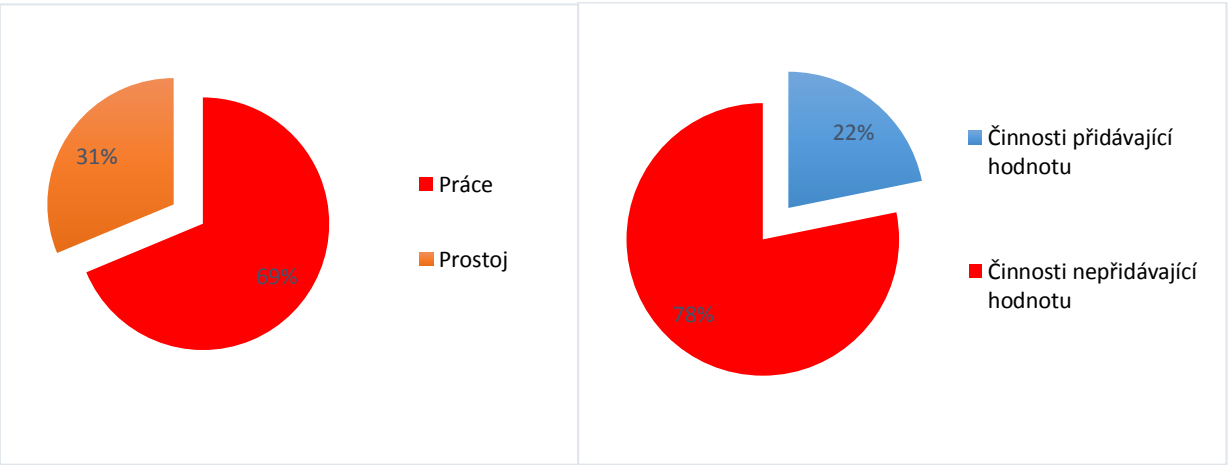
Tabulka 4: Snímek pracovního dne pracovníka A

Kategorie	Symbol	Činnost	Délka trvání	%
1	DO	Dokumentace - studium, zápis	0:11:11	1,56
2	CS	Čistění stroje (Třískové hospodářství)	0:08:30	1,18
3	OD	Odjehlení	2:27:57	20,62
4	ČS	Čekání na ukončení aut. chodu stroje	1:08:59	9,62
5	VS	Manipulace (Výměna dílů)	2:35:05	21,62
6	VD	Manipulace (Vykládání dílů z bedny na podlahu)	0:40:50	5,69
7	KM	Kontrola a měření	0:08:12	1,14
8	MP	Mimo pracoviště	1:32:43	12,92
9	R	Rozhovor	0:15:23	2,14
10	UK	Úklid	0:27:40	3,86
11	MO	Manipulace (Odjehlení - Odjehlení)	0:34:22	4,79
12	MM	Manipulace (Odjehlení-myčka)	0:48:48	6,80
13	MB	Manipulace z bednou (Odvoz bedny)	0:10:22	1,45
14	NC	Nečinnost	0:06:01	0,84
15	PP	Přestávka pracovníka	0:57:21	8,76

Pro přehlednost je rozbor časového snímku pracovníka prezentován v grafické podobě v následujících grafech.



Graf 1: Rozbor časového snímku pracovního dne prvního operátora – před optimalizací



Graf 2 a 3: Procentuální vyjádření práce/prostoj a činností přidávající/nepřidávající hodnotu – před optimalizací

Z grafů 3 je vidět, že pracovník věnuje odjehlení jen 21% pracovní doby, po zbytek pracovní doby se zabývá činnostmi nepřidávající výrobku hodnotu. Z grafů 1 je ihned patrný problém s manipulací. Z celkových 12ti hodin jedné směny, celkový čas jednotlivých manipulací tvoří 4:49:27 neboli 40% a 25% času pracovníka tvoří nečinnost z důvodů rozhovorů, čekání na

ukončení automatického chodu stroje a odchodů z pracoviště. Téměř 13% pracovní doby pracovník strávil mimo pracoviště.

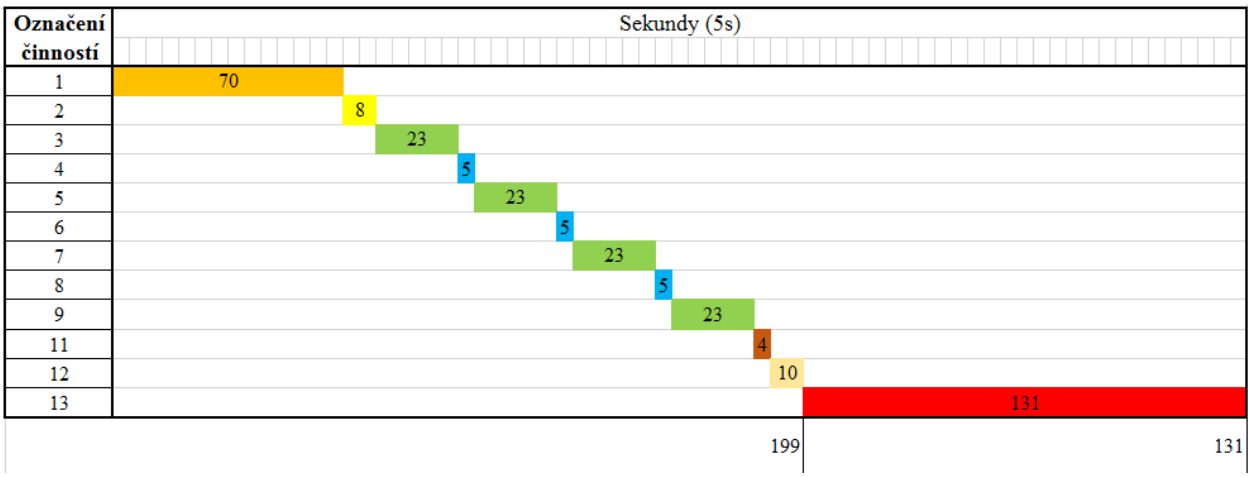
Ganttův diagram

V následující tabulce je uvedena návaznost činností pracovníka během výrobního cyklu.

Tabulka 5: Návaznost činností pracovníka A během výrobního cyklu

Označení činností	Činnost	Délka trvání činnosti v sekundách
1	Výměna dílů ve stroji (4ks)	70
2	Otočeni k odjehlovacímu stolu a zapínání odjehlovače	8
3	Odjehlovaní (1ks)	23
4	Manipulace s díly	5
5	Odjehlovaní (1ks)	23
6	Manipulace s díly	5
7	Odjehlovaní (1ks)	23
8	Manipulace s díly	5
9	Odjehlovaní (1ks)	23
10	Vypínání odjehlovače	4
11	Vkládání do mycího stroje (4ks)	10
12	Čekaní na ukončení automatického chodu stroje	131

Ganttův diagram určuje časový průběh, návaznost všech pohybů pracovníka na pracovišti. Na následujícím obrázku je zobrazen Ganttův diagram o průběhu činnosti pracovníka během jednoho výrobního cyklu.



Obr. 17: Ganttův diagram

Z Ganttova diagramu je vidět, že pracovník během jednoho výrobního cyklu stroje, který trvá 330 sekund, stráví 107 sekund čekáním na ukončení automatického chodu stroje. Z toho vyplývá, že pracovník v období čekání vykonává spoustu činností navíc, jako například: vykládání dílů z bedny na podlahu, úklid nebo čištění stroje, rozhovor (činnosti, které nejsou náplní jeho práce)

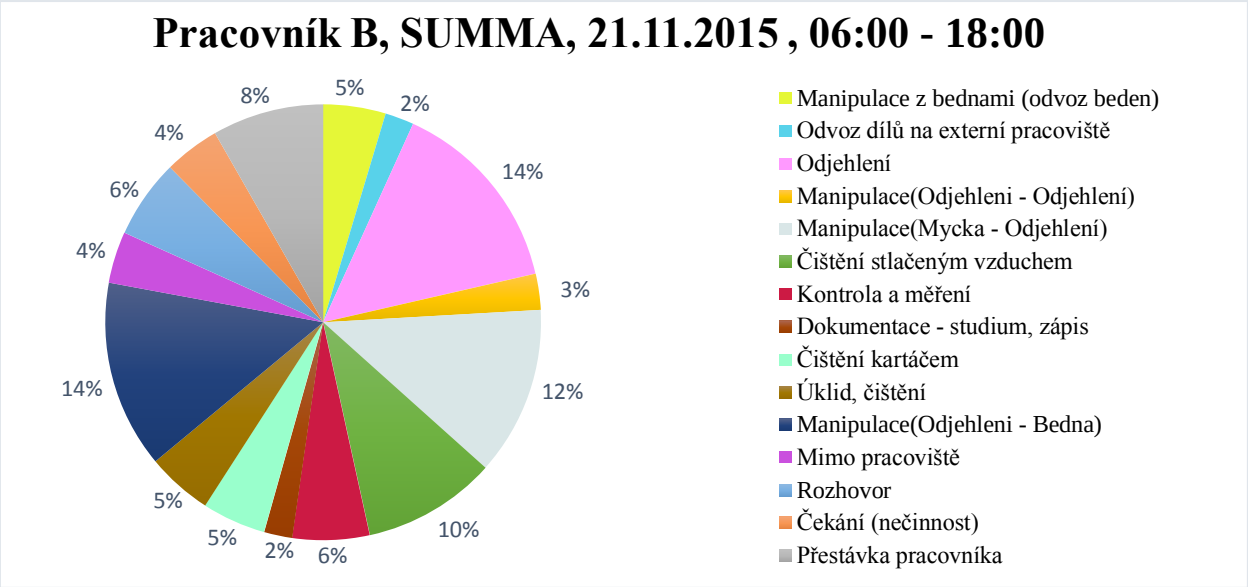
4.6.2 Druhé odjehlovací pracoviště

Snímkování pracovníka proběhlo v rámci jedné dvanáctihodinové pracovní směny dne 21. 11. 2015. V tabulce 5 je uveden výsledek měření snímku pracovního dne pracovníka na druhém odjehlovacím pracovišti.

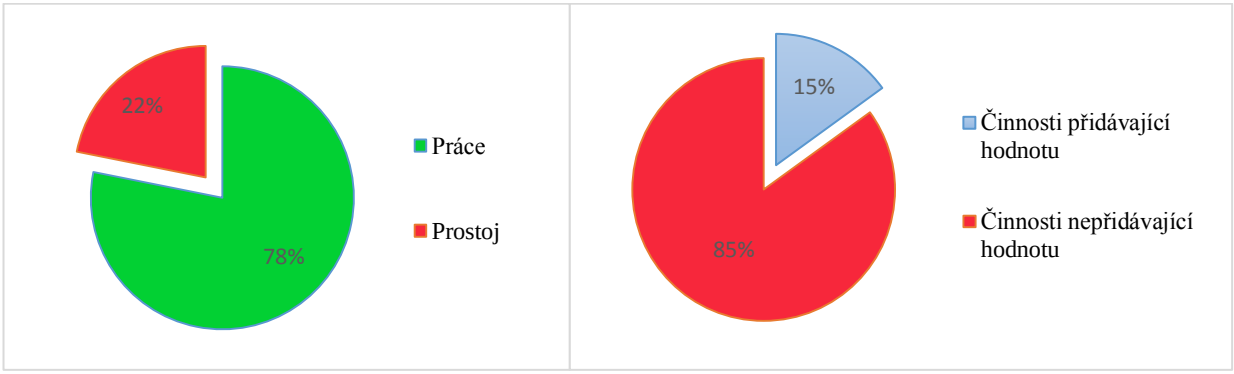
Tabulka 6: Snímek pracovního dne pracovníka B

Kategorie	Symbol	Činnost	Délka trvání	%
1	MB	Manipulace z bednami (odvoz beden)	0:33:21	4,76
2	OE	Odvoz dílů na externí pracoviště	0:15:21	2,19
3	OD	Odjehlení	1:45:05	14,99
4	OO	Manipulace (Odjehlení – Odjehlení)	0:19:14	2,74
5	MO	Manipulace (Myčka – Odjehlení)	1:30:02	12,84
6	CV	Čištění stlačeným vzduchem	1:11:20	10,17
7	KM	Kontrola a měření	0:40:02	5,71
8	DO	Dokumentace – studium, zápis	0:15:02	2,14
9	CK	Čištění kartáčem	0:33:04	4,72
10	UC	Úklid, čištění	0:30:02	4,28
11	MB	Manipulace (Odjehlení – Bedna)	1:40:01	14,26
12	MP	Mimo pracoviště	0:25:30	3,64
13	R	Rozhovor	0:40:00	5,70
14	NC	Nečinnost	0:25:02	3,57
15	PP	Přestávka pracovníka	0:58:05	8,28

Pro přehlednost rozbor časového snímku pracovníka je prezentován v grafické podobě v následujících grafech.



Graf 4: Rozbor časového snímku pracovního dne druhého operátora – před optimalizací



Graf 5 a 6: Procentuální vyjádření práce/prostoj a činností přidávající/nepřidávající hodnotu

Pracovník na druhém odjehlovacím pracovišti věnoval odjehlovaní pouze 15% pracovní doby. Značnou část pracovní doby kolem 35% pracovník manipuloval s materiálem, přičemž necelých 5% se pracovník zabýval výměnou prázdných beden na prvním odjehlovacím pracovišti. 15% doby strávil čištěním dílů kartáčem a ofukováním stlačeným vzduchem, aby odstranit třísku po odjehlení.

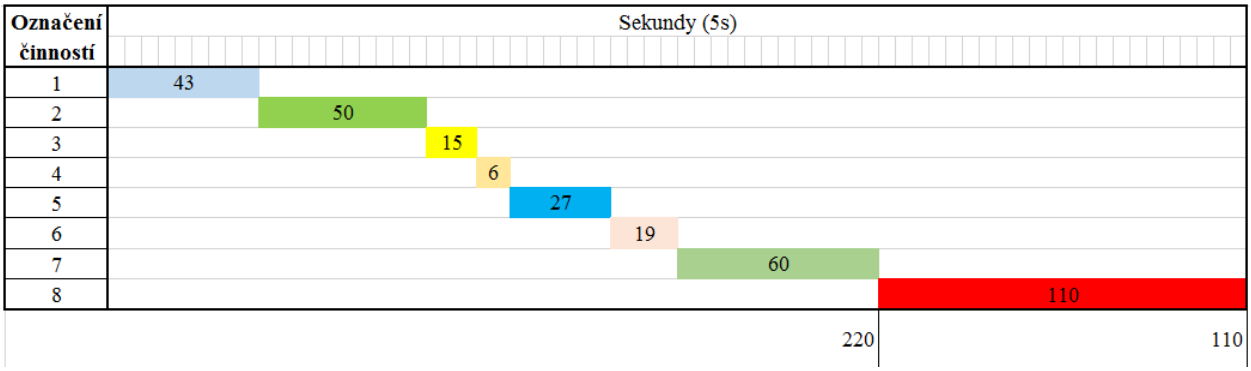
Ganttův diagram

V následující tabulce je uvedena návaznost činností pracovníka během výrobního cyklu.

Tabulka 7: Návaznost činností pracovníka B během výrobního cyklu

Označení činností	Činnost	Délka trvání činnosti v sekundách
1	Vykládání dílů z mycího stroje na odjehlovací stůl (4ks)	43
2	Odjehlování (4ks)	50
3	Čištění kartáčem	15
4	Otočení dílů na žebro	6
5	Ofukováním stlačeným vzduchem	27
6	Kontrola	19
7	Vkládání dílů do beden (4ks)	60
8	Nečinnost (čekání)	110

Na následujícím obrázku je zobrazen Ganttův diagram o průběhu činnosti pracovníka během jednoho výrobního cyklu.

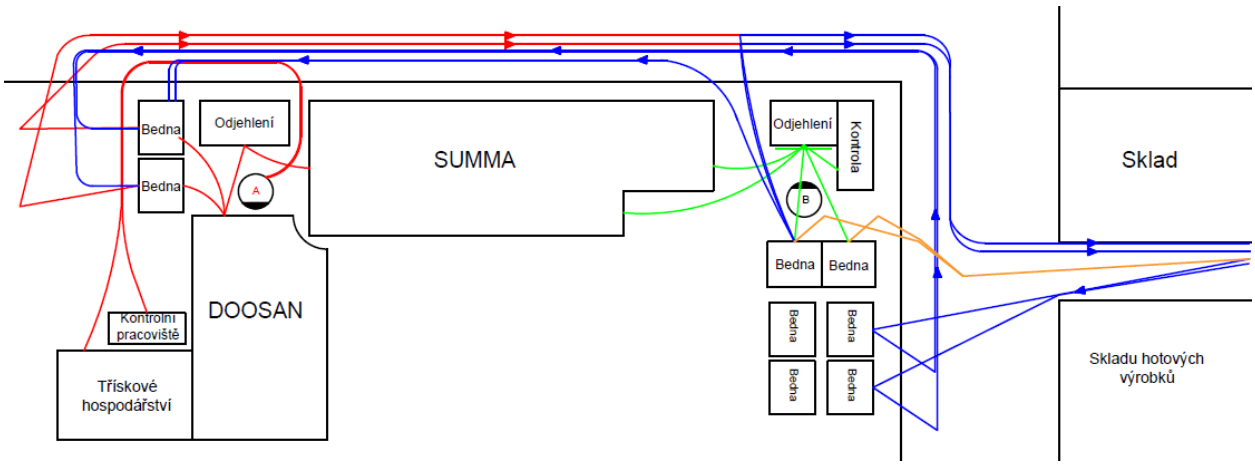


Obr. 18: Ganttův diagram

Dále je z Ganttova diagramu vidět, že pracovník po vykonání všech činností na pracovišti má k dispozici 110 sekund volného času. Tento volný čas pracovník využívá na výměnu beden na svém a na druhém odjehlovacím pracovišti. Při produktivitě stroje 44 ks/hod pracovník musí minimálně jeden krát za 43 minuty vyměnit bednu na prvním odjehlovacím pracovišti (15 krát za směnu). Výměna jedné bedny trvá 140 sekund včetně vyházení lepenky z prázdné bedny. Dále minimálně jeden krát za 79 minut musí vyměnit bednu na svém pracovišti (8 krát za směnu). Druhé odjehlovací pracoviště se nachází poblíž skladu hotových výrobků a výměna trvá 60 sekund.

4.8 Spaghetti diagram

Současně se zpracováním časového snímku dne byl zachycen pochyb pracovníků na prvním a druhém odjehlovacím pracovišti do spaghetti diagramu v období od 14:22 do 16:27. Na následujícím obrázku je vidět spaghetti diagram pracovníků A a B.



Obr. 19: Spaghetti diagram

Pracovník A: červenou barvou je označen pohyb pracovníka A na prvním odjehlovacím pracovišti. Z výsledků je zcela patrné, že pracovník v průběhu práce přešel na kontrolní pracoviště, na kterém provádí kontrolu otvoru dle kontrolního plánu a vyplňuje dokumentaci. Dále je vidět, že pracovník dovezl prázdnou bednu na druhé odjehlovací pracoviště, aby ji pracovník B vyměnil.

Pracovník B: zelenou barvou je označen pohyb pracovníka B na druhém odjehlovacím pracovišti. Rovněž pracovník A má na starosti výměnu beden na prvním odjehlovacím pracovišti, jsou na diagramu označeny modře. Žlutou barvou označeny pohyby pracovníka při výměně beden na svém pracovišti.

Manipulant: balicí bedny dopravované do skladů čekají na vyžádání zákazníka. Bedny z prvního odjehlovacího pracoviště manipulant vyměňuje – horní bednu (prázdnou) dává dolů a dolní (plnou) dává nahoru, prázdné bedny dává zpátky do meziskladu.

4.9 Analýza vzdáleností

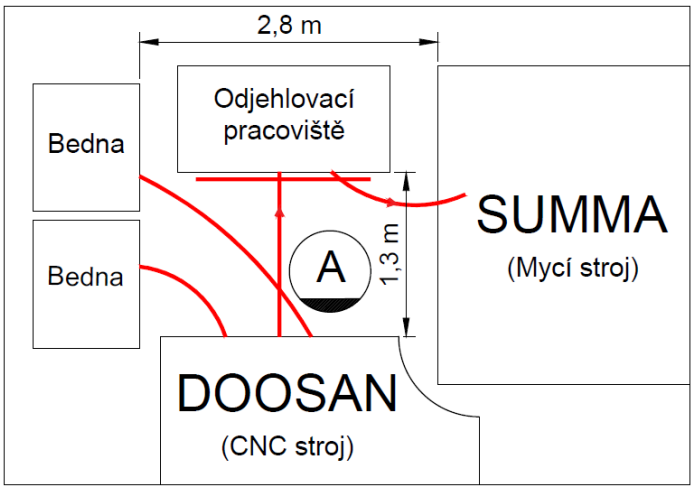
Následující tabulka zobrazuje vzdálenosti, které přejdou pracovníci během své práce.

Tabulka 8: Vzdáleností na pracovištích

Činnost	Vzdálenost [m]
Pracovník A	
Výměna dílu (1ks)	2,5
Vkládání do mycího stroje (1ks)	1,5
Celková vzdálenost za jeden výrobní cyklus	**16**
Pracovník B	
Vyndávání dílu z mycího stroje a vkládání ho na odjehlovací stul (1ks)	1,5
Odjehlovaní a kontrola (1ks)	0,5
Vkládání do bedny (1ks)	1,5
Celková vzdálenost za jeden výrobní cyklus	**14**
Výměna bedny na prvním odjehovacím pracoviště	**85**
Výměna bedny na druhém odjehlovacím pracoviště	**12**

Pracovník (A): na prvním odjehlovacím pracovišti se pohybuje jenom v rámci pracoviště a občas dováží bedny do druhého odjehlovacího pracoviště. Pracovník A za směnu urazí přibližně 1920 m.

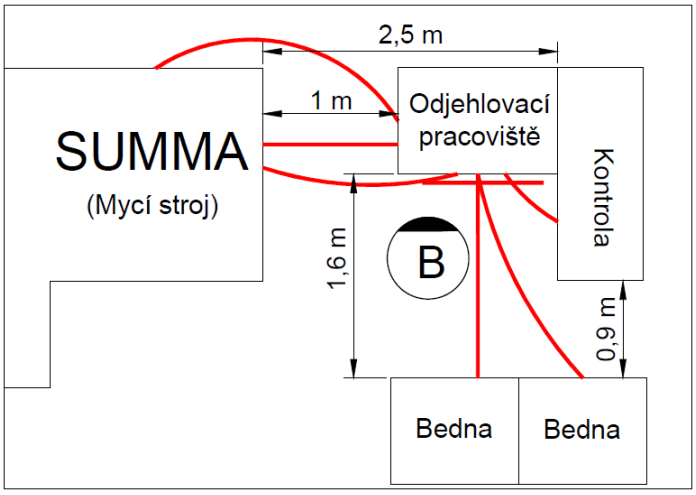
Na obrázku 6 (mikrolayout pracoviště) je znázorněn pohyb pracovníka v časovém úseku 5,45 min, neboli za jeden výrobní takt. Jak je vidět z tabulky 8, celková dráha, kterou urazil pracovník, je 16 metrů.



Obr. 20: Schéma pohybu pracovníka v mikrolayoutu – před optimalizací

Pracovník (B): za směnu urazí mnohem více, protože musí vyměňovat bedny na prvním odjehlovacím pracovišti. Na svém pracovišti pracovník urazí 1680 m za směnu, a 1371 m při výměně beden.

Na obrázku 6 (mikrolayout pracoviště) je znázorněn pohyb pracovníka za jeden výrobní takt.



Obr. 21: Schéma pohybu pracovníka v mikrolayoutu – před optimalizací

4.10 Výpočet zákaznického taktu

Zákaznicky takt definuje nejdelší čas, za který jeden zabalený díl musí opustit linku, aby zajistil splnění požadavků zákazníka.

$$Tz = \frac{S \times D \times P}{Q} \text{ [min]} \quad (3)$$

- Tz – zákaznický takt,
- S – počet směn,
- D - skutečná doba výroby za směnu,
- P – počet pracovních dní v roce,
- Q – roční požadavek zákazníka

Pokud je roční požadavek 200 000 ks a počet pracovních dnů v roce 2016 je 252, vychází zákaznický takt 99,79 s.

$$Tz = \frac{2 \times 11 * 60 \times 252}{200000} = 1{,}66 \text{ min} = 99{,}79 \text{ sec} \quad (4)$$

Z časového snímku dne nebo časových norem je vidět, že úzké místo je obráběcí centrum (DOOSAN) na prvním odjehlovacím pracovišti. Tento stroj při optimálních řezných podmínkách produkuje 4 díly za 5,45 minut nebo jeden díl za 1,22 min = 82 sec. Výsledný čas (Tc) představuje čas potřebný pro výrobu jednoho dílu navýšení o rozumnou dobu (7%) potřebnou pro obecně nutné přestávky a na jiné abnormality vznikajících během výrobního procesu.

$$\mathrm{Tc} = 82 \times 1{,}07 = 87{,}74\mathrm{s} \qquad (5)$$

je stále menší než zákaznický takt 99,79 s

5. Optimalizace současného stavu

Po provedení analýzy byly výsledky odprezentovány před více lidmi. Prezentace se zúčastnilo celkem 6 představitelů společnosti a byli to technologové a lidé, kteří mají odborné znalosti v oblasti kontroly kvality, rozvrhování a plánování práce. Ke každé činnosti proběhlo vyjádření z hlediska potřebnosti:

- možnosti časové úspory,
- možnosti přesunu na jediného pracovníka,
- možnosti odstranění některých činností.

Z jednání byly navrženy následující body pro optimalizaci:

První odjehlovací pracoviště – obrábění, odjehlení, kontrola a mytí

- poloha hessonu (snadnější odebírání díl z hessonu bez ohýbání)
- odstranit klepání paličkou při upínání dílů (např. jiná upínka)
- zkrátit čas odjehlení drážek T a K
- zkrátit čas manipulace s díly - po odjehlení do Summy (např. jiné umístění stolu pro odjehlování drážek)
- Kontrola dílů – bez přecházení

Druhé odjehlovací pracoviště – odjehlení, kontrola a balení po pračce

- odstranit odjehlování děr
- odstranit čistění štětkou
- zrušit kontroly na rybích očích a poka-yoke

Summa (mycí stroj)

- prověřit možnost šikmého vkládání do prostoru v Summě

5.1 Rozbor jednotlivých bodů pro optimalizaci a návrh řešení

5.1.1 První odjehlovací pracoviště

Poloha hessonu (snadnější odebírání dílu z hessonu bez ohýbání)

Bylo zjištěno, že operátor během zakládání dílů neprovádí tuto činnost příliš efektivně. Pracovník vykládá díly z bedny nejdříve na podlahu vedle stroje a poté je teprve vkládá do stroje. To způsobuje, že se pracovník u každého dílu musí dvakrát ohnout – neergonomický pohyb. S tím souvisí i špatné využití času – odstraněním zbytečné činnosti je zároveň možné uspořit cca 40 min za směnu, viz tabulka 3, které lze využít lépe.

Návrh:

Pro lepší manipulaci s díly byla navržena naklápěcí plošina ALT 1500U, která umožňuje zvedání bedny přímo z podlahy a její naklápění do optimální polohy pro pracovníka, viz Obr. 22.

Technické parametry:

Zdvih	820 mm
Složená výška	6 mm
Délka plošiny	1200 mm
Šířka plošiny	1050 mm
Čas zdvihu	16 s
Příkon	0,75 kW
Hmotnost	410 kg

Obr. 22: Naklápěcí plošina

Odstranit klepání paličkou při upínání dílů (např. jiná upínka)

Po upnutí dílů hydraulickými upínkami je nutné doklepat každý kus paličkou u hydraulických upínek, aby dosedly na dosedací body. Při snímkování práce v tabulce 4 se klepání paličkou zahrnulo do činnosti – Manipulace (výměna dílu), aby se nerozšiřoval počet sledovaných činností. V následující tabulce je uveden přehled 20 měřeni klepání paličkou od 20. 11. 2016 v období od 8:28 do 10:21.

Tabulka 9: Výpis z časového snímku - klepání paličkou

Číslo měření	Čas [sec]	Číslo měření	Čas [sec]
1	13	**11**	14
2	20	**12**	10
3	15	**13**	10
4	11	**14**	12
5	14	**15**	18
6	12	**16**	15
7	17	**17**	15
8	17	**18**	12
9	13	**19**	13
10	15	**20**	10

Průměrná doba jednoho klepání paličkou činí 13,8 sec. Při výrobní normě 44 ks/hod za směnu pracovník klepá paličkou minimálně 120 krát neboli 1656 sec = 27,6 min, skoro půl hodiny.

Návrh:

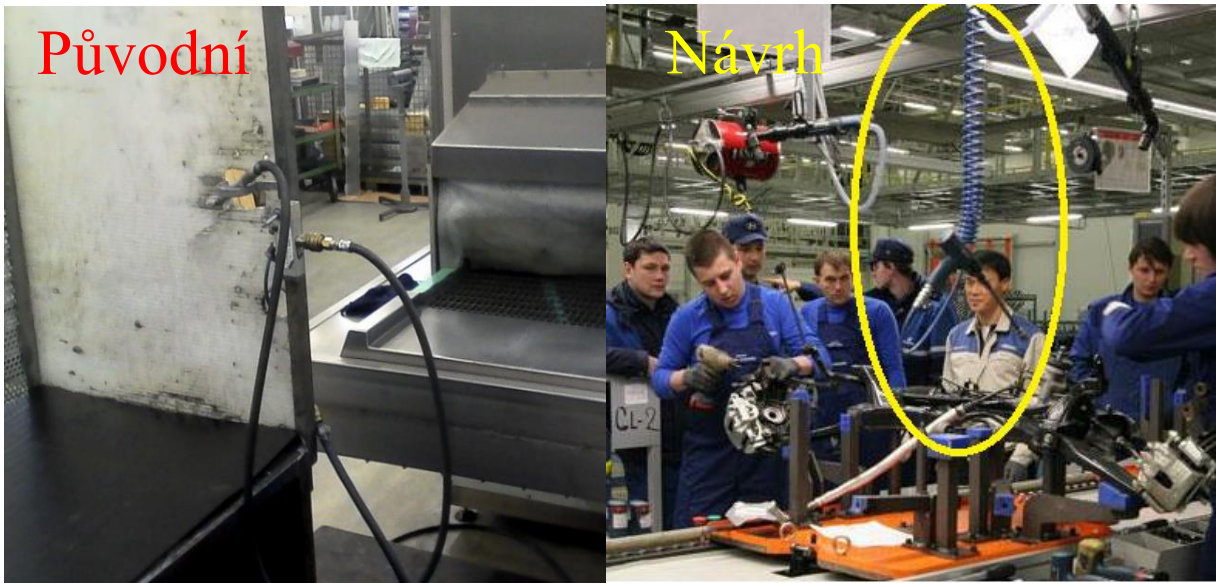
Příčinou nedosednutí dílu na dosedací body se mohla stát krátká upínka nebo nízký tlak v upínacím mechanismu, který nezajišťuje dostatečný tlak k dosednutí dílu. Navrhují, zvětšit tlak v hydraulickém systému nebo pořídit delší upínku.

Zkrátit čas odjehlení drážek T a K

V současné době jsou drážky odjehlovany vysokootáčkovým odjehlovačem, který je umístěn z vnitřní strany (na stěně) krytu odjehlovacího pracoviště.

Návrh č. 1

Práce obsluhy lze ulehčit vhodným umístěním nářadí viz Obr. 23. Nástroj je zavěšen na pomocné konstrukci a jeho hmotnost je vyvážena pružinou, tím usnadňujeme práci obsluze, šetříme prostor na pracovišti a zlepšujeme úroveň bezpečnosti práce.



Obr. 23: Umístění vysokootáčkového odjehlovače [30]

Návrh č. 2

Relativně velký podíl ruční práce má vliv jak na výrobní náklady, tak i na výslednou kvalitu výrobku. Proto bych považoval za rozumnější dát odjehlování T a K drážek do obráběcího centra (DOOSAN). Čím bychom snížili podíl ruční práce a uvolnili skoro 21% směnového času pracovníka pro jiné činnosti. Při zkoumání této možnosti jsme narazili na problém, kdy při odjehlování drážek ve stroji musíme přesně definovat polohu hrany drážky, která bude následovně oddělována. Přesto, že profily od zákazníka jsou dodávány s tolerancí +/-3 mm na šířku a proto nemůžeme přesně definovat polohu drážek a musíme měřit každý díl.

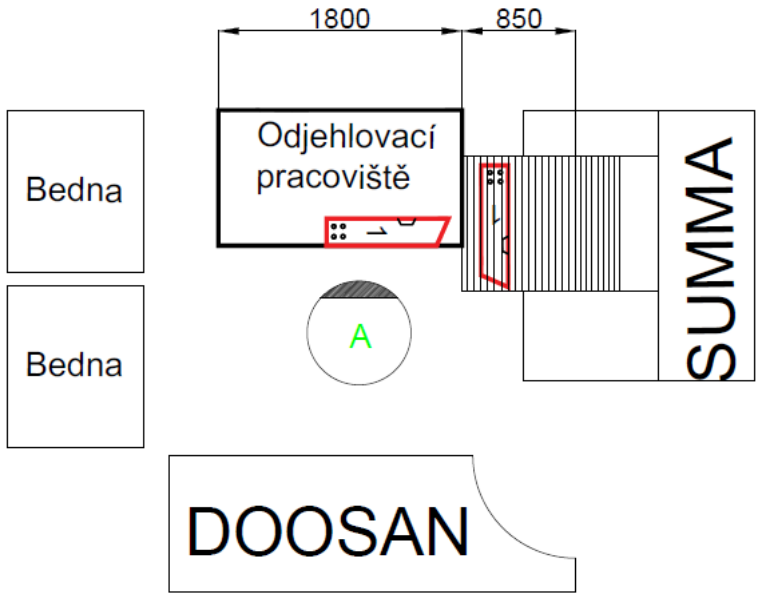
1. Měřit můžeme, například, pomocí dotykové sondy minimálně 5 bodů kolem drážky, čím značně prodloužíme cyklový čas.
2. Další možnost je měřit polohu hrany hned při upínání dílů do přípravku s použitím odměřovacího systému, který bude datově propojen s řídicím systémem stroje.
3. Mezi další možnosti patří měřit polohu hrany pomocí laserového dálkoměrů, který bude propojen s řídicím systémem stroje.

Zkrátit čas manipulace s díly - po odjehlení do Summy (např. jiné umístění stolu pro odjehlování drážek)

Z časového snímku je vidět, že přenášení a vkládání dílů do mycího stroje po odjehlení, zabírá při dvanáctihodinové směně 6,8%. Je to způsobeno tím, že odjehlovací stůl a vstupní dopravník mycího stroje nejsou propojeny a nacházejí ve vzdálenosti 1 m.

Návrh:

Problém manipulace mezi odjehlovacím stolem a vstupním dopravníkem myčky, lze vyřešit přidáním přechodového dopravníku o délce 850 mm viz Obr. 24. Navíc byly změněny rozměry odjehlovacího stolu A s ohledem na to, že každý díl váží 4,1 – 4,6 kg v závislosti na tom, o jaký model LS1 nebo LS2 se jedná, dojde ke snížení fyzické námahy pracovníka o 2129,6 – 2226,4 kg za směnu. Z ergonomického hlediska je nevyhovující výška odjehlovacího stolu, pracovník se musí naklánět aby odjehloval drážky, zde dochází ke zvýšené zátěži zad a paží. Řešením by bylo zvýšit výšku stolu. S ohledem na to, že každý člověk má různou postavu, proto je ideální pořídit zvedací plošinu, její výška se mění.



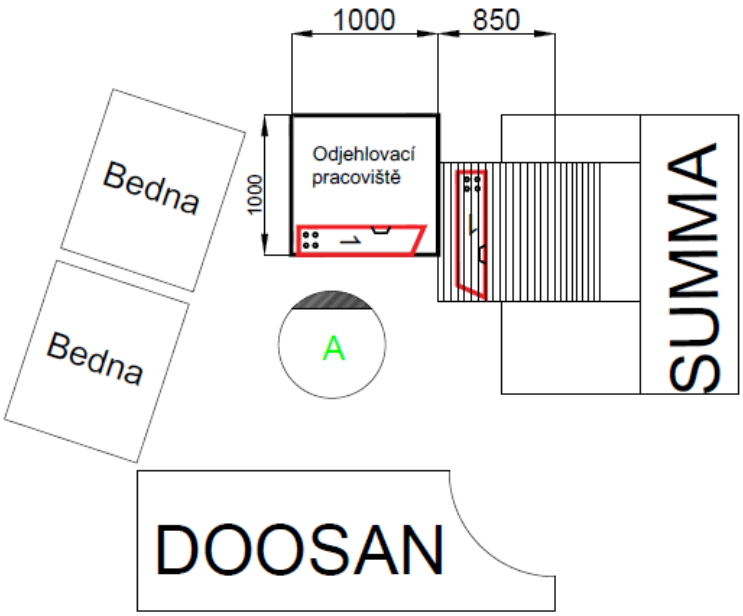
Obr. 24: Odjehlovací pracoviště s přechodovým dopravníkem

Z časového snímku je vidět, že pracovník A má volný čas, který je přibližně roven času spotřebovaného na odjehlování děr na pracovišti B. Jinými slovy odjehlování děr lze předat pracovníkovi na pracovišti A. To je podrobně popsáno v kapitole 5.4. S ohledem na tuto variantu byly navrhnuty různé varianty uspořádání odjehlovacího stolu na pracovišti.

Návrhy umístění stolu pro odjehlování:

Návrh č.1

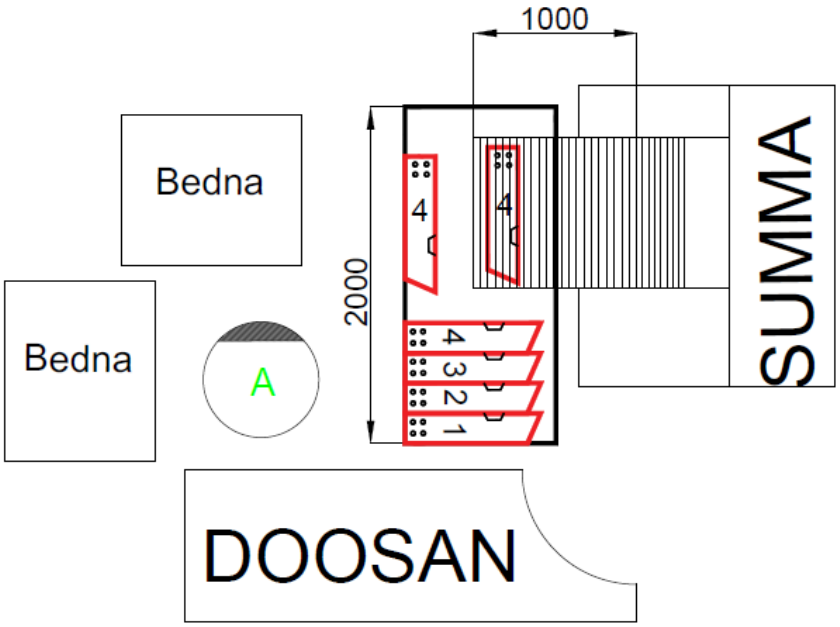
V této variante navrhuji zmenšit velikost stolu na 1000x1000mm. Jak je vidět na obrázku, pracovník bude poprvé odjehlovávat otvory a pak T a K drážky. Dále byly pootočeny vstupní bedny uvnitř pracoviště, tímto jsme zmenšili vzdálenost do beden mezi strojem a bednou, viz Obr. 25.



Obr. 25: Návrh uspořádání - 1

Návrh č. 2

Navrhuji pootočit stůl o 90°, délka dopravníku v této variantě činí 1000 mm. Čím bychom usnadnili vykládání dílů ze stroje. A po oddělování drážek pracovník muže dávat díly přímo na vstupní dopravník mycího stroje bez otáčení a přecházení. Poté pootočený oddělovací stůl umožňuje pootočit bednu č. 1 o 90°, čím eliminujeme přeházení pracovníka, viz Obr. 26.



Obr. 26: Návrh uspořádání - 2

Kontrola dílů – bez přecházení

Abychom provedli kontrolu na poka-yoke musí pracovník přecházet z odjehlovacího pracoviště na kontrolní, čím ztrácí čas.

Návrh:

Pro kontrolu pracovník používá jenom posuvná měřítka a kalibr. Kontrolovat díly bez přeházení přímo na odjehlovacím pracovišti.

5.1.2 Druhé odjehlovací pracoviště

Odstranit odjehlování děr

Odjehlování děr bylo předáno na první odjehlovací pracoviště. To je podrobně popsáno v kapitole 5.4.

Odstranit čistění štětkou

Z časového snímku je vidět, že čištění štětkou a stlačeným vzduchem zabírá celkem 13% pracovního času. Tyto dvě činností plní stejnou funkci – očistit díl od třísek. Původně se předpokládalo, že tento kartáček nedostačuje pro očištění díla od třísek a bylo přidáno ofukování stlačeným vzduchem.

Návrh:

Byla navrhnuta a vyzkoušena varianta s použitím pouze ofukování, tím je možné uspořit cca 15 minut za směnu.

Zrušit kontroly na 'rybí oči' a poka-yoke

Kontrola zabírá kolem 6%. Současně pracovník kontroluje každý díl.

Navrhují zrušit kontrolu každého dílu, a kontrolovat díly dle kontrolního plánu nebo jednou za 2 hodiny.

5.2 Summa

Prověřit možnost šikmého vkládání do prostoru v Summe

Protože po mytí uvnitř profilu zůstává voda a pracovník musí vylit vodu, čím ztrácí čas. Pro řešení tohoto problému technologové zkoumali možnost šikmého vkládání dílů do myčky. Analýza ukázala, že šikmé díly nelze vkládat, protože stále padají dolů, konstrukce stroje nepředpokládá šikmé vkládání dílů. Jediná možnost je vodorovně vkládat díly do stroje.

5.3 Shrnutí návrhů

Ergonomie na pracovišti je důležitou záležitostí, nicméně varianta s naklápěcí plošinou pro snadnější odebírání dílu z hessonu bez ohýbání byla odmítnuta z důvodu finanční náročnosti. Možnost s navýšením tlaku v hydraulickém systému a prodloužením upínky pro odstranění klepání paličkou byla po jednání s vedením a technology firmy odmítnuta, protože při zvýšení tlaku může dojit k deformaci dílů, a vzniku vadných dílů. Přechodový dopravník mezi odjehlovacím pracovištěm a vstupním dopravníkem myčky, systém vedení tlakového vzduchu a hydraulický zvedací stůl byly schváleny a přijaty k realizaci. Jedním ze základních problémů pří zkoumání možnosti přesunu odjehlování od pracovníka ke stroji byla tolerance dílů, která znemožnila přesné definování polohy hrany drážky. Nebyl nalezen žádný nástroj, který by dokázal eliminovat nepřesnost dílů. Varianty s měřením polohy dílů byly odmítnuty z důvodu časové a finanční náročnosti.

Po vypracování návrhů byly vybrány varianty, které lze rovněž ihned zavést. Během týdnu byla výška odjehlovacího stolu zvětšena a ráčná na odjehlení otvorů byla přesunuta na první odjehlovací pracoviště.

Z následujících tabulek je vidět, že eliminace plýtvání na prvním a druhém odjehlovacím pracovišti přenáší teoretickou úsporu času v 4:11:41 a 2:03:36 příslušně v daném pořadí.

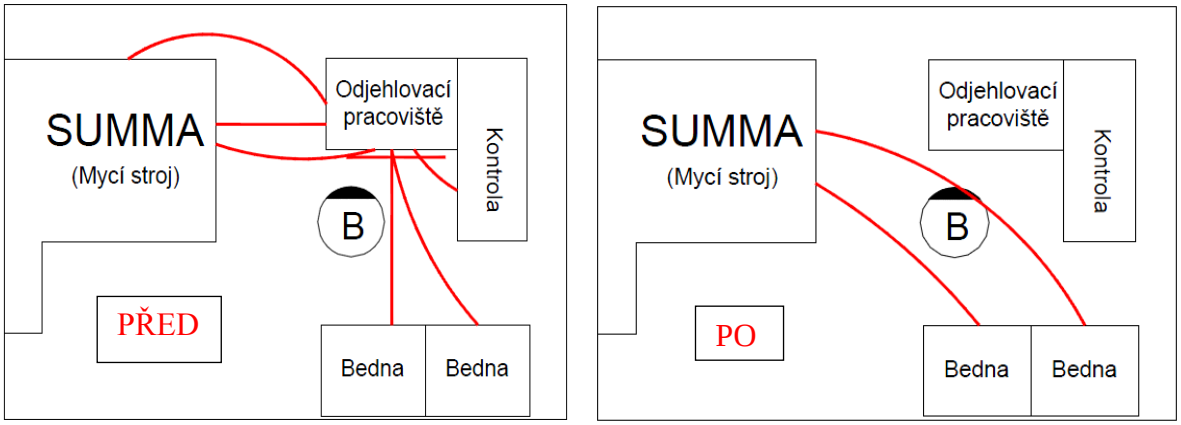
Tabulka 10: Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání – první odjehlovací pracoviště

Druh plýtvaní	**Čas**
Obsluha stroje	0:08:30
Čekání na ukončení aut. Chodu stroje	1:14:52
Manipulace (Vykládání dílů z bedny na podlahu)	0:40:50
Mimo pracoviště	1:32:43
Rozhovor	0:15:52
Manipulace z bednou (odvoz bedny)	0:10:22
Nečinnost	0:08:32
Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání	**4:11:41**

Tabulka 11: Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání – druhé odjehlovací pracoviště

Činnost	**Čas**
Čištění kartáčem	0:33:04
Mimo pracoviště	0:25:30
Rozhovor	0:40:00
Čekání (nečinnost)	0:25:02
Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání	**2:03:36**

Úspora času na prvním odjehlovacím pracovišti umožňuje přesunutí části práce z druhého odjehlovacího pracoviště. Na základě údajů získaných z měření spotřeby času na druhém odjehlovacím pracovišti, bylo zjištěno, že samotné odjehlování otvorů zabírá cca 1:45:05 hodiny za pracovní směnu, a proto je možné tuto práci předat na první odjehlovací pracoviště. Výhodou je, že díky přenosu odjehlování otvoru na první odjehlovací pracoviště by mělo dojít k dalším úsporám času. Dá se ušetřit čas tím, že se tento nový postup (viz kapitola 5.4) nepředpokládá ukládání dílů na odjehlovací stul, stačí nechat díl odkapat do dopravníku, vložit díl do bedny a po provedení vizuální kontroly označit díly markérem přímo v bedně. Z důvodu, že došlo ke změně pracovního postupu, teď pracovník uráží menší vzdálenost, viz Obr. 27.



Obr. 27: Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání – druhé odjehlovací pracoviště

Protože došlo ke změně pracovního postupu, bylo provedeno 20 měření spotřeby času pro nové pohyby na druhém odjehlovacím pracovišti:

- vyjímání dílu z mycího stroje a vkládání jej do přepravku k odkapávání (4ks),
- vkládání dílů z přepravky do bedny (4ks).

Výsledky měření jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 12: Manipulace - vyjímání dílů z pračky a vkládaní jej do přepravku k odkapávání

Číslo měření	**Čas [sec]**	**Číslo měření**	**Čas [s]**
1	32	**11**	34
2	30	**12**	23
3	30	**13**	27
4	30	**14**	23
5	26	**15**	34
6	27	**16**	26
7	20	**17**	30
8	30	**18**	28
9	28	**19**	27
10	31	**20**	25

Průměrná doba vyjímání 4 dílů z pračky a vkládání do přepravky k odkapání činí 28 sekund.

Tabulka 13: Manipulace – Vyndávaní dílů z přepravky a vkládání jej do bedny

Číslo měření	Čas [sec]	Číslo měření	Čas [sec]
1	25	**11**	27
2	28	**12**	36
3	22	**13**	28
4	21	**14**	29
5	30	**15**	35
6	32	**16**	34
7	31	**17**	36
8	29	**18**	33
9	32	**19**	34
10	33	**20**	36

Průměrná doba vyjímání 4 dílů z přepravky a vkládání do beden včetně označení dílů po vizuální kontrole činí 31 sekund.

Dále 15% času se dá ušetřit tím, že nebude vznikat tříska na druhém odjehlovacím pracovišti, tím odpadá potřeba čištění kartáčem a ofukování dílů stlačeným vzduchem.

Následně byl vypočten čas potřebný k přechodu pracovníka z prvního odjehlovacího pracoviště na druhé. Pro přechod z jednoho pracoviště na druhé, musí pracovník urazit 20 m pro přechod tam a zpátky. Při průměrné rychlosti chůze člověka 6 km/h potřebuje pracovník 15 s.

S = 20 m, V = 6 km/h =1,67 m/s, T =?

$$T = \frac{S}{V} = \frac{20}{1{,}39} = 15\ s \qquad (6)$$

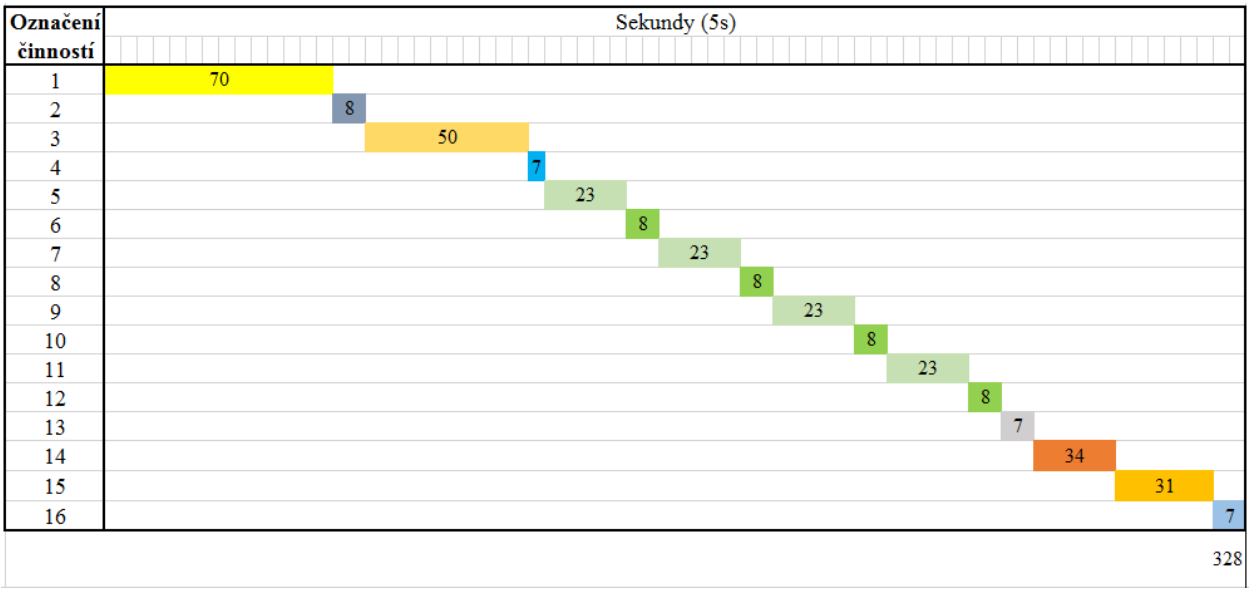
Ganttův diagram po přesunu práce na jednoho pracovníka

V následující tabulce je uvedena návaznost činností pracovníka během výrobního cyklu po přesunu práce na jednoho pracovníka.

Tabulka 14: Návaznost činností pracovníka během výrobního cyklu

Označení činností	Činnost	Délka trvání činnosti v sekundách
1	Výměna dílů ve stroji (4ks)	70
2	Otočení k odjehlovacímu stolu a zapínání odjehlovače	8
3	Odjehlování děr (4ks)	50
4	Výměna odjehlovače	7
5	Odjehlování T a K drážek (1ks)	23
6	Vkládání do mycího stroje	8
7	Odjehlování T a K drážek (1ks)	23
8	Vkládání do mycího stroje	8
9	Odjehlování T a K drážek (1ks)	23
10	Vkládání do mycího stroje	8
11	Odjehlování T a K drážek (1ks)	23
12	Vkládání do mycího stroje	8
13	Cesta na druhé odjehlovací pracoviště	7
14	Vyndávání dílů z mycího stroje a vkládání do přípravky (4ks)	24
15	Vkládání dílů do beden (4ks)	31
16	Cesta zpátky	7
	Čas celkem	**328**

Na následujícím obrázku je zobrazen Ganttův diagram o průběhu činnosti pracovníka během jednoho výrobního cyklu po přesunu práce na jednoho pracovníka.



Obr. 28: Ganttův diagram

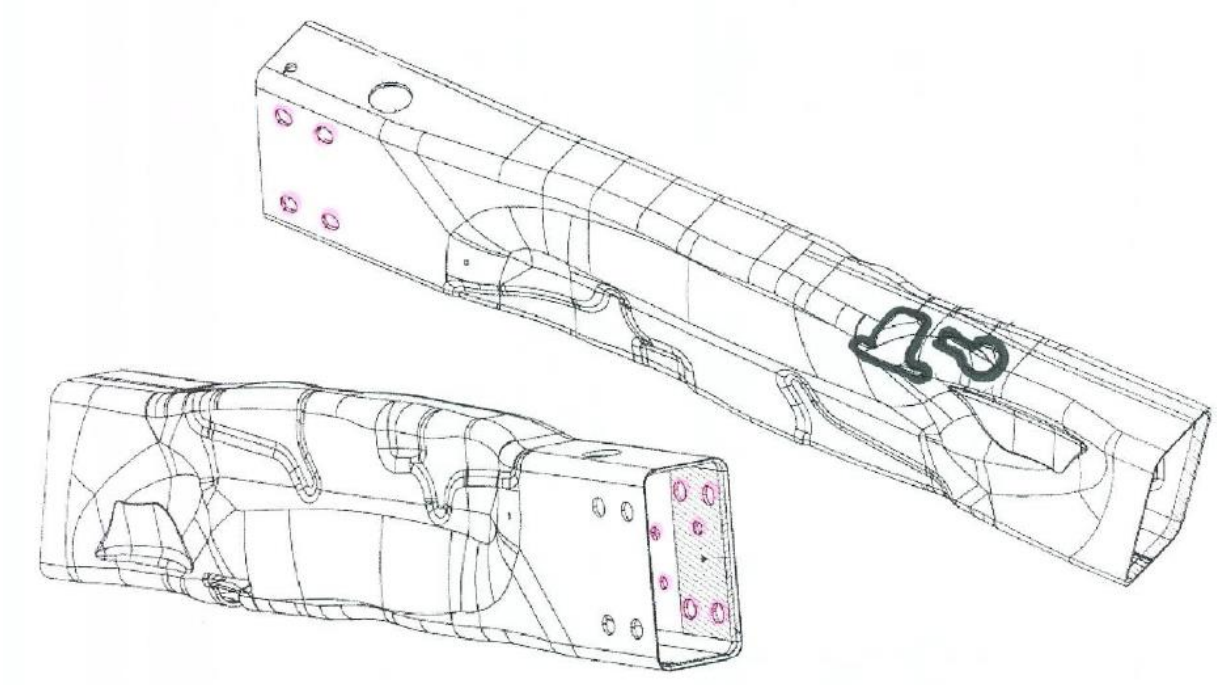
Z diagramu je vidět, že po přesunu práce na jednoho pracovníka, operátor přesně stíhá vykonávat všechnu práci na jednom pracovišti. Ale pracovník musí navíc odvážet/navážet bedny a provádět kontrolu dle kontrolního postupu na což nemá čas. Pří zavadění této varianty dojde k poklesu výrobní kapacity. Řešením by se mohlo stát dopravní opatření na externí odvoz beden.

5.4 Realizace a zavádění navrhovaných řešení

Po zvážení všech úspor bylo rozhodnuto předat práci z druhého odjehlovacího pracoviště na první včetně výměny beden a otestovat linku s jedním pracovníkem.

5.4.1 Nový pracovní postup pro jednoho pracovníka

Při novém pracovním postupu celou linku obsluhuje jeden pracovník včetně odvozu beden. Pracovník vyndává obrobené díly z DOOSANu na odjehlovací stůl. Dále se vkládají do přípravku neobrobené díly, po výměně všech 4 dílů pracovník zmáčkne tlačítko a tím se stroj zafixuje díly na přípravku hydraulickými upínkami. Pak je nutno doklepat každý kus paličkou u hydraulických upínek, aby dosedly na marky, viz Obr. 29. Dále pracovník tlačítkem uzavře dveře stroje a stroj bude čekat na uvolnění předchozí dávky. Po spuštění stroje pracovník se přehází na odjehlovací pracoviště, kde odjehluje otvory, "T" a "K" drážky, viz obr 29. Poté provede kontrolu na poka-yoke a vloží díl do SUMMy.



Obr. 29: Otvory a drážky k odjehlování

Dále pracovník přejde na druhé odjehlovací pracoviště, kde vyjímá díly z mycího stroje, vkládá do přípravku a nechá odkapat, viz Obr. 30. Už odkapané díly pracovník skládá do beden a označí díly markérem po provedení vizuální kontroly.

Obr. 30: Přípravek na odkapání dílů

Poté pracovník se vrací na první odjelovací pracoviště. Celý cyklus výroby dílu LS se opakuje.

Také podle potřeby pracovník vyměňuje bedna jak s polotovary tak i s hotovy výrobky. Rozsah kontroly: pracovník kontroluje první kusy na směně ze všech pozic (4ks) dále 1 krát za 2 hodiny kusy ze všech pozic (4ks).

5.4.2 Analýza výrobního procesu po realizaci opatření

Nový pracovní postup byl zaveden 24. 02. 2015. Během týdne se vše ustálilo a na konci týdne jsem si zpracoval časový snímek pracovníka na lince. V následující tabulce je uveden přehled výrobní kapacity během třech týdnů po zavedení nového pracovního postupu.

Tabulka 15: Počet vyrobených kusů v období od 24. 02. 2015 do 17. 03. 2015

Datum	Směna	Počet vyrobených kusů	Průměrný počet výrobků za 1 hodinu
24. 02. 2015	R	308	28
	N	308	28
25. 02. 2015	R	308	28
26. 02. 2015	R	308	28
	N	232	21
27. 02. 2015	N	264	24
28. 02. 2015	R	396	36
	R	336	31
04. 03. 2015	N	360	33
	R	352	32
05. 03. 2015	R	280	25
06. 03. 2015	N	280	25
07. 03. 2015	N	360	33
	R	320	29
08. 03. 2015	N	332	30
	R	228	21
09. 03. 2015	N	352	32
10. 03. 2015	N	364	33
	R	288	26
11. 03. 2015	N	240	22
12. 03. 2015	N	320	29
14. 03. 2015	N	348	32
15. 03. 2015	N	360	33
	R	296	27
16. 03. 2015	N	356	32
	R	280	25
17. 03. 2015	N	280	25
	R	320	29

Jak je vidět s tabulky 5 došlo k očekávanému poklesu výrobní normy. Maximální kapacita, kterou se dalo dosáhnout je 33 ks/hodinu.

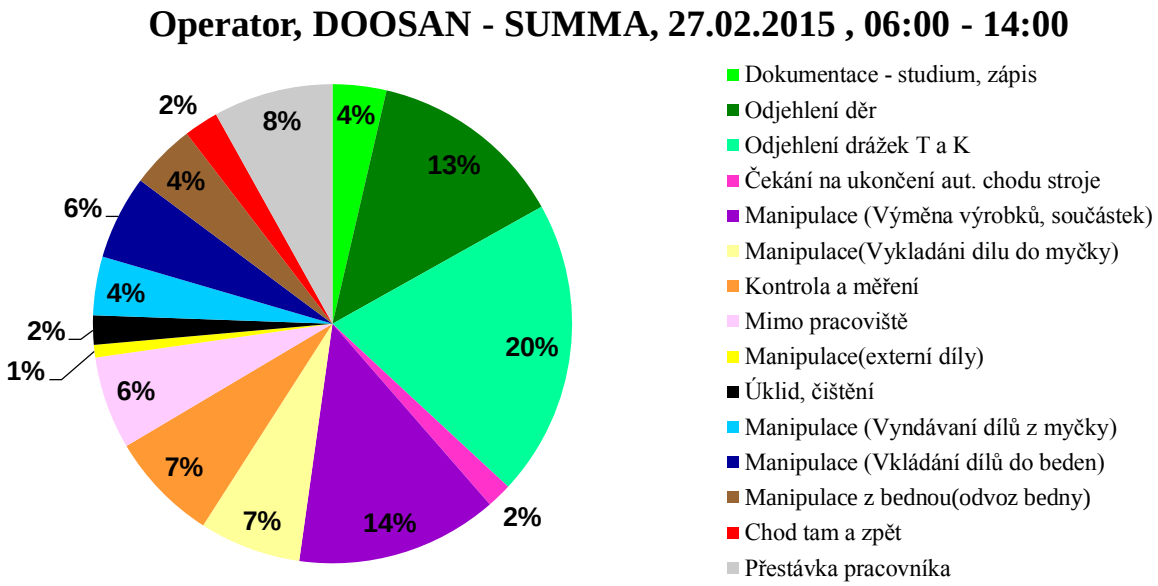
Časový snímek pracovního dne

Abychom získat informace o druhu a velikosti spotřebovaného času, identifikovat plýtvání, odhalit ztráty času a vytížení operátora, bylo měření provedeno pomocí snímku pracovního dne.

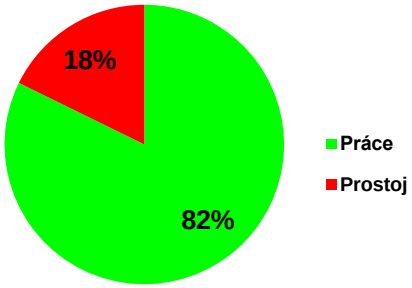
V tabulce 15 je uveden výsledek měření snímku pracovního dne pracovníka na druhém odjehlovacím pracovišti 27. 02. 2015 v období od 06:00 do 14:00.

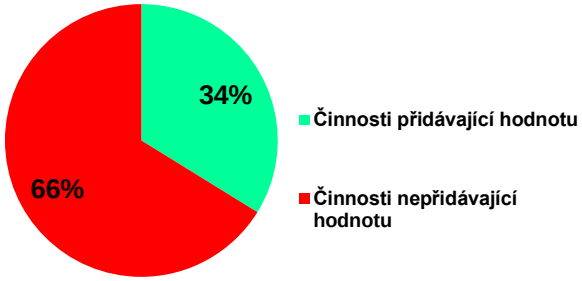
Tabulka 16: Snímek pracovního dne pracovníka B – po optimalizaci

Kategorie	Symbol	Činnost	Délka trvání	%
1	DO	Dokumentace - studium, zápis	0:26:12	3,63
2	OS	Odjehlení děr	1:35:45	13,25
3	OD	Odjehlení drážek T a K	2:24:38	20,02
4	ČS	Čekání na ukončení aut. chodu stroje	0:12:15	1,70
5	VS	Manipulace (Výměna výrobků, součástek)	1:38:25	13,62
6	VD	Manipulace (Vykládání dílů do myčky)	0:49:32	6,86
7	KM	Kontrola a měření	0:53:28	7,40
8	MP	Mimo pracoviště	0:45:15	6,26
9	R	Manipulace (externí díly)	0:06:09	0,85
10	UČ	Úklid, čištění	0:14:15	1,97
11	MO	Manipulace (Vyndávaní dílů z myčky)	0:28:35	3,96
12	MM	Manipulace (Vkládání dílů do beden)	0:41:02	5,68
13	MB	Manipulace z bednou(odvoz bedny)	0:31:41	4,39
14	ČNČ	Chod tam a zpět	0:16:51	2,33
15	PP	Přestávka pracovníka	0:58:22	8,08



Graf 7: Rozbor časového snímku pracovního dne druhého operátora – před optimalizací





Graf 8 a 9: Procentuální vyjádření práce/prostoj a činností přidávající/nepřidávající hodnotu

Z grafů 3 je vidět, že pracovník věnuje odjehlení jen 33% pracovní doby, po zbytek pracovní doby se zabývá činnostem nepřidávající výrobku hodnotu. Dalších 14% pracovní doby se zabývá výměnou výrobků u DOOSANu. Došlo ke značnému zkrácení manipulačních časů na druhém odjehlovacím pracovišti, z 30% na 10%. Téměř došlo ke vzniku plýtvání: 6% pracovní doby pracovníka strávil mimo pracoviště a 2% času čekal na ukončení automatického chodu stroje. Plýtvaní spolu s navážením/odvážením beden a kontrolou způsobilo pokles výrobní kapacity. Jak je vidět z grafu č. 6 došlo k navýšení VA-indexu do 52 % vůči původním 28 % na prvním odjehlovacím pracovišti a o 18 % na druhém odjehlovacím pracovišti.

5.4.3 Analýza nákladů a přínosů

Super hrubá mzda (veřejné zdravotní pojištění a sociální pojištění v celkové výši 34 % z hrubého příjmu zaměstnance) za jednoho zaměstnance činí 270 Kč/hodinu. Průměrný zisk z jednoho dílu je 27 Kč. Čistá pracovní doba z 12 hodinové směny představuje 11 hodin. Pro výpočet zisku byl použit následující vzorec:

$$Z = (N \times S \times Zk) - (M \times H \times P)\ [Kč] \qquad (7)$$

Kde: Z - zisk za směnu; N - výrobní norma; S - skutečná doba výroby; M – super hrubá mzda; H - počet hodin ve směně; P - počet pracovníků ve směně, Zk – zisk s jednoho vyrobeného dílu

1. $Z = (44 \times 11 \times 27) - (270 \times 12 \times 2) = 6\,588$ Kč (8)

Při výrobní normě 44 ks/hodinu činí plánovaný počet vyrobených kusů za směnu 484 což je zisk 13 068 Kč/směnu, minus mzdové náklady zaměstnavatele dva pracovnicí činí 270*12*2 = 6480 Kč. Tím pádem je výnos 13 068-6 480 = 6 588 Kč.

2. $Z = (32 \times 11 \times 27) - (270 \times 12 \times 1) = 6\,264$ Kč (9)

Jak je vidět z výpočtu při původní normě 44 ks/hod vydělávala firma 6 588 Kč. Dnes po přesunu práce na jednoho pracovníka společnost vydělává 6 264 Kč, což činí 324 Kč/směnu méně než u původní varianty. Přičemž se vyskytl problém v tom, že společnost nestíhala dodávat díly dle objednávek zákazníka. Při novem pracovním postupu linka produkuje 4 díly za 7,5 minuty nebo jeden díl za 1,875 min = 112 sec. Výsledný čas (Tc) představuje čas potřebný pro výrobu jednoho dílu navýšený o rozumnou dobu (7%) potřebnou pro obecně nutné přestávky a na jiné abnormality vznikající během výrobního procesu.

$$Tc = 112{,}5 \times 1{,}07 = 120 \text{ s} \quad (10)$$

Což je vyšší než zákaznický takt 99,79 s.

Z následujícího vypočtu je vidět, že pro roční časový fond 5 544 hodin musíme vyrábět více než 36 ks/hodinu, abychom uspokojili potřeby zákazníka.

$$Pk = \frac{200\,000}{5\,544} = 36{,}075 \text{ ks} \quad (11)$$

Z toho vyplývá důležitý závěr, aby firma stíhala dodávat díly zákazníkovi a zároveň vydělávala, musí produkovat díly s výrobní normou 40 ks/hodinu (viz vztah 12).

3. $Z = (40 \times 11 \times 27) - (270 \times 12 \times 1) = 11\,622$ Kč (12)

Jak je vidět z výpočtu, tak při normě v 40 ks/hod a jednom pracovníkovi na lince bude firma vydělávat 11 622 Kč za směnu. Dojde k navýšení zisku o 5 358 Kč/směna vůči původnímu řešení. V následující tabulce je n*á*kladový rozbor navrhovaného řešení:

Tabulka 16: N nákladový rozbor navrhovaného řešení

Pořizovací náklady	**Výše nákladů [Kč]**	**Počet[ks]**
Dopravník	40 000	1
Hydraulický zvedací stůl	23 225	1
Systém vedení tlakového vzduchu	8 000	1
Pořizovací náklady celkem	***71 225***	

Celkové pořizovací náklady na kompletní úpravu výrobní linky činí 71 225 Kč. Do toho nejsou zahrnuty náklady na vývoj. Všechny úpravy a montážní činnosti na lince lze provést vlastnoručně společností.

5.4.4 Zlepšení, které budou realizovány v blízké budoucnosti

V rámci další optimalizace operace odjehlování děr bude přesunuto do stroje. Předpokládané prodloužení výrobního cyklu stroje činí 40 sekund, neboli 10 sekund na kus. Tím pádem se dá ušetřit celkem cca 90 sekund času pracovníka za jeden výrobní cyklus. Následně bude pořízen přechodový dopravník mezi odjehlovacím stolem a vstupním dopravníkem mycího stroje, tím ušetříme další cca 4 sekundy na jeden díl nebo cca 30 minut za směnu Dále bude prodloužen výstup z mycího stroje tak, aby pracovník chodil na druhou stranu jednou za 2 cykly. Uvolněného času by mělo stačit k provedení kontroly dle kontrolního postupu.

6. Závěr

V úvodní časti jsou popsány teoretická východiska pro řešení daného problému. Následně jsem popsal současný výrobní proces výrobní linky. Dále s použitím časových studií, výpočtů, Ganttova a spaghettiho diagramu byla provedena důkladná analýza stávajícího stavu. Na základě snímků pracovních dnů a Ganttova diagramu na výrobní lince byly rozebrány činnosti, které lze přenést na dalšího pracovníka. Výsledky získané na základě provedené analýzy byly odprezentovány ve společnosti před technology a lidmi, kteří mají odborné znalosti v oblasti kontroly kvality, rozvrhování a plánování práce. Během jednaní ke každé činnosti se hledaly další možnosti zlepšení např. možnost časové úspory, možnost přesunu na jiného pracovníka, sloučení s jinou činností, případně možnost zrušení některých činností. Výsledkem jednání bylo navržení několika bodů pro optimalizaci. Ke každému bodu bylo navrhnuto řešení, které opět bylo podrobeno oponentuře. Následně byly vybrány návrhy, které lze ihned realizovat a otestovat ve výrobě. Po zavedení vybraného návrhu se tento návrh během týdne ustaloval a byla provedena analýza navrženého řešení. Z analýzy bylo vidět, že došlo k navýšení VA – indexu, také došlo k očekávánému poklesu výrobní kapacity. Podařilo se snížit podíl plýtvaní ve výrobním procesu, manipulace spojena s výměnou dílu ve stroji patří k nevyhnutelným činnostem pracovníka. Po třech týdnech se firma vrátila k původnímu řešení se zachováním některých návrhů, navíc v uvolněném čase se teď pracovník na druhém odjehlovacím pracovišti podílí na práci na dalším pracovišti.

Následovně byly navrženy další zlepšení a to: přesun odjehlování děr do stroje, prodloužení výstupního dopravníku, kumulační stůl, přechodový dopravník, nápravné opatření pro výměnu beden. Tím dosáhneme přesunu práce na jednoho pracovníka se zachováním výrobní kapacity potřebné k včasnému dodaní dílů zákazníkovi. Což bude následovat k zvýšení výnosů z 6 264 Kč na 11 622 Kč za směnu, při poměrně malých investicích do optimalizace.

Hlavním přínosem této práce je nalezení řešení k odstranění plýtvaní na výrobní lince a ověření možností přesunu práce na jednoho pracovníka. Byla provedena důkladná analýza, kterou lze použít při další optimalizaci. Navržená zlepšení jsou dnes součástí běžícího výrobního procesu na výrobní lince. Následně budou realizovány další opatření v blízké budoucnosti.

Seznam použité literatury

[1] KYSEL´, M., Štíhlá výroba - lean. *IPA Czech.* [Online] [Citace: 05. 04 2016 .] http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovnik/stihla-vyroba-lean.

[2] Six Sigma Through the Years. *Six Sigma Experts LLC.* [Online] 2009. [Citace: 15. 03 2016.] http://6sigmaexperts.com/presentations/Six_Sigma_Through_the _Years.pdf.

[3] Co je Six Sigma. *Interquality.* [Online] [Citace: 09. 05 2016.] http://www.sixsigma-iq.cz/COJESIXSIGMA.aspx.

[4] Growing your business with Lean Six Sigma. *Entrepreneur-ideas.* [Online] 2015. [Citace: 25. 03 2016.] http://www.entrepreneur-ideas.org/growing-your-business-with-lean-six-sigma/#.VwQk8U-LTRG.

[5] Technicko ekonomické řešení údržby a obnovy bytových domů. *Technické zariadenia budov.* [Online] 2010. [Citace: 04. 04 2016.] http://www.tzbportal.sk/sprava-budov/technicko-ekonomicke-reseni-udrzby-obnovy-bytovych-domu.html. ISSN 1338-3418.

[6] Six sigma. *6σ.* [Online] 2011. [Citace: 08. 03 2016.] http://www.6s.cz/.

[7] VAVRUŠKA, J., Six Sigma - DMAIC. *Katedra výrobních systémů.* [Online] 2011. [Citace: 05. 04 2016.] www.kvs.cz/getFile/id:14417/P01_2011_X_05_ Vavruška_ PI_DMAIC.pdf.

[8] PIVOŇKA, P., TOC - Theory of Constraints. *System online.* [Online] 2001. [Citace: 24. 03 2016.] http://www.systemonline.cz/clanky/toc-theory-of-constraints.htm.

[9] KOBLASA, F., TOC – Teorie omezení. *TU v Liberci, Katedra výrobních systémů.* [Online] [Citace: 12. 03 2016.] http://educom.tul.cz/educom/inovace/VSY%20I_Roz%C5%99azeno/VY_03_46_TOC%20teorie%20omezen%C3%AD_VSYI_MZ_6.pdf.

[10] VELKOBORSKÝ, J., TOC ve výrobě - Drum-Buffer-Rope - I. díl. *System online.* [Online] [Citace: 03. 04 2016.] http://www.systemonline.cz/clanky/toc-ve-vyrobe-i-dil.htm.

[11] Jednotlivé metody a nástroje (A - CH). *API - Akademie produktivity a inovací.* [Online] [Citace: 03. 04 2016.] http://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch.

[12] VELKOBORSKÝ, J., TOC ve výrobě - Drum-Buffer-Rope - II. díl. *System online.* [Online] [Citace: 23. 03 2016.] http://www.systemonline.cz/clanky/toc-ve-vyrobe-drum-buffer-rope-ii-dil.htm.

[13] TOC ve výrobě - Drum-Buffer-Rope - III. díl. *System online.* [Online] [Citace: 04. 04 2016.] http://www.systemonline.cz/clanky/toc-ve-vyrobe-drum-buffer-rope-iii-dil.htm.

[14] DBR for People with Material. *Allaboutlean.* [Online] [Citace: 01. 04 2016.] http://www.allaboutlean.com/drum-buffer-rope/dbr-for-people-with-material/.

[15] Jednotlivé metody a nástroje (I - P). *API - Akademie produktivity a inovací.* [Online] 2014. [Citace: 02. 04 2016.] Dostupné z: http://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p.

[16] KOŠTURAK, J, FROLÍK, Z., *Štíjlý a inovativní podnik.* Praha : Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.

[17] VÍTEK, V., 5S, 6S, ebo dokonce 7S. *Svět produktivity.* [Online] [Citace: 14. 05 2016.] http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/.

[18] KRZOK, J., Metoda 5S - základní kámen štíhlé výroby. *API - Akademie produktivity a inovací.* [Online] [Citace: 14. 05 2016.] http://www.e-api.cz/25792n-metoda-5s-zakladni-kamen-stihle-vyroby.

[19] VAVRUŠKA, J., REFA a měření práce. *TU v Liberci, Katedra výrobních systémů.* [Online] Liberec: TU v Liberci, 2011. [Citace: 02. 04 2016.] http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY_03_022-Refa%20a%20m%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20pr%C3%A1ce_MZ_5.pdf.

[20] KRIŠT´AK, J., Analýza a měření práce. *IPA Czech.* [Online] 2007. [Citace: 20. 03 2016.] http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovnik/analyza-a-mereni-prace.

[21] STÖHR, T., Analýza a měření práce. *Escare.* [Online] [Citace: 03. 04 2016 .] http://www.escare.cz/lean-healthcare/metodika/metodika-snizovani-nakladu/analyza-a-mereni-prace.

[22] ŠTŮSEK, J., *Řízení provozu v logistických řetězcích.* Praha : C. H. Back, 2007. ISBN 978-80-7179-534-6.

[23] KRIŠT´AK, J., Časové studie. *IPA Czech.* [Online] 2007. [Citace: 01. 04 2016.] http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovnik/casove-studie.

[24] DLABAČ, J., Analýza a měření práce. *API - Akademie produktivity a inovací.* [Online] 2015. [Citace: 21. 03 2016.] http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace.

[25] LHOTSKÝ, O., *Organizace a normování práce v podniku.* Praha : ASPI, 2005. ISBN 80-7357-095-5.

[26] BOERSEMA, M., The Pizza Game - A VSM Simulation. *LEAN SIMULATIONS.* [Online] [Citace: 09. 05 2016.] http://www.leansimulations.org/2010/07/pizza-game-vsm-simulation.html.

[27] Spaghetti diagram. *Centre for industrial engineering.* [Online] CIE-PLZEN.CZ , 2013. [Citace: 08. 05 2016.] http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/spaghetti-diagram.

[28] MICHAL, Š., ANTONÍN M., Štíhlá logistika. *SystemOnline.* [Online] [Citace: 06. 05 2016.] http://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm. ISSN 1802-615X .

[29] Safety first. *Daimler.* [Online] [Citace: 10. 05 2014.] http://www.daimler.com/ technology- and-innovation/safety-technologies/protection.

Seznam obrázků

Obr. 1: Six Sigma [4] 11
Obr. 2: Charakteristický průběh intenzity poruch [5] 12
Obr. 3: Drum – Buffer – Rope [14] 16
Obr. 4: Analýza a měření práce [11] 18
Obr. 5: Spaghetti diagram [26] 23
Obr. 6: Průřez dílů 24
Obr. 7: Konečný výrobek 25
Obr. 8: Deformační zóny karoserie [29] 25
Obr. 9: Schéma výrobního procesu 26
Obr. 10: Layout výrobní linky 27
Obr. 11: První odjehlovací pracoviště 29
Obr. 12: Výměna dílu 30
Obr. 13: Odjehlení T a K drážek, vkládání do myčky 30
Obr. 14: Druhé odjehlovací pracoviště 31
Obr. 15: Odjehlení, ofuk vzduchem, označení markérem 32
Obr. 16: Balení dílů 32
Obr. 17: Ganttův diagram 35
Obr. 18: Ganttův diagram 38
Obr. 19: Spaghetti diagram 39
Obr. 20: Schéma pohybu pracovníka v mikrolayoutu – před optimalizací 40
Obr. 21: Schéma pohybu pracovníka v mikrolayoutu – před optimalizací 41
Obr. 22: Naklápěcí plošina 44
Obr. 23: Umístěí vysokootáčkového odjehlovače [30] 46
Obr. 24: Odjehlovací pracoviště s přechodovým dopravníkem 47
Obr. 25: Návrh uspořádání - 1 48
Obr. 26: Návrh uspořádání - 2 49
Obr. 27: Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání – druhé odjehlovací pracoviště 52
Obr. 28: Ganttův diagram 54
Obr. 29: Otvory a dražky k odjehlovaní 55
Obr. 30: Přípravek na odkapání dílů 56

Seznam tabulek

Tabulka 1: Zjednodušená konvergentní tabulka hodnot Sigma 12
Tabulka 2: Rozhodovací tabulka pro výběr metody [16].....22
Tabulka 3: Výrobní plán do roku 2020.....24
Tabulka 4: Snímek pracovního dne pracovníka A 33
Tabulka 5: Návaznost činností pracovníka A během výrobního cyklu 35
Tabulka 6: Snímek pracovního dne pracovníka B.....36
Tabulka 7: Návaznost činností pracovníka B během výrobního cyklu 38
Tabulka 8: Vzdáleností na pracovištích 40
Tabulka 9: Výpis z časového snímku - klepání paličkou.....45
Tabulka 10: Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání – první odjehlovací pracoviště.51
Tabulka 11: Předpokládaná úspora času při odstranění plýtvání – druhé odjehlovací pracoviště 51
Tabulka 12: Manipulace - vyjímání dílů z pračky a vkládaní jej do přepravku k odkapávání 52
Tabulka 13: Manipulace – Vyndávaní dílů z přepravky a vkládání jej do bedny 53
Tabulka 14: Návaznost činností pracovníka během výrobního cyklu 54
Tabulka 15: Počet vyrobených kusů v období od 24. 02. 2015 do 17. 03. 2015 57
Tabulka 16: Snímek pracovního dne pracovníka B – po optimalizaci 58

Seznam grafů

Graf 1: Rozbor časového snímku pracovního dne prvního operátora – před optimalizací…...…34
Graf 2 a 3: Procentuální vyjádření práce/prostoj a činností přidávající/nepřidávající hodnotu prvního operátora – před optimalizací……...34
Graf 4: Rozbor časového snímku pracovního dne druhého operátora – před optimalizací……...37
Graf 5 a 6: Procentuální vyjádření práce/prostoj a činností přidávající/nepřidávající hodnotu druhého operátora – před optimalizací …….37
Graf 7: Rozbor časového snímku pracovního dne prvního operátora – po optimalizaci……58
Graf 8 a 9: Procentuální vyjádření práce/prostoj a činností přidávající/nepřidávající hodnotu druhého operátora – po optimalizací ……....59

Seznam příloh

Příloha 1: Technologický postup……...…I
Příloha 2: Kontrolní plan……..…VI
Příloha 3: Balící předpis…….XII

RESL

Produktivní CNC obrábění a úpravy povrchů

TECHNOLOGICKÝ POSTUP

TP0515

NÁZEV: [redacted] **Č. VÝKRESU:** [redacted]

ZÁKAZNÍK: [redacted]

SEZNAM OPERACÍ:

1	**DOOSAN**
2	**PRAČKA - SUMMA**

OPERACE:

1	**DOOSAN**	**PROGRAM: O3530**

POUŽITÉ NÁSTROJE, TECHNOLOGICKÝ MATERIÁL:

Nástroj T	**Norma držáku nebo nástroje (POPIS) Upínač**	**Norma plátku Vys.nástrojů**	**Materiál**	**Životnost nástroje v ks**
T1	Složený vrták D6,8-D11		PKD	30000ks
T2	Vrták D16,4		PKD	30000ks
T6	Fréza D8 / speciální tepelný upínač		PKD	30000ks

POSTUP OBRÁBĚNÍ:

Pořadí N.	**Nástroj T**	**Funkce**	**Operace/natočení**
1	T1	Vrtá D11	-
2	T1	Vrtá D9	-
3	T1	Vrtá D6,8	-
5	T2	Vrtá D16,4	-
6	T6	Frézuje zámkovou drážku a U drážku	-
7	T6	Frézuje T-drážku	-
8	T1	Vrtá D10	-

POUŽITÉ NÁŘADÍ:

Trix na odjehlení drážek
Pneuráčna s hvězdičkou na odjehlení otvorů.

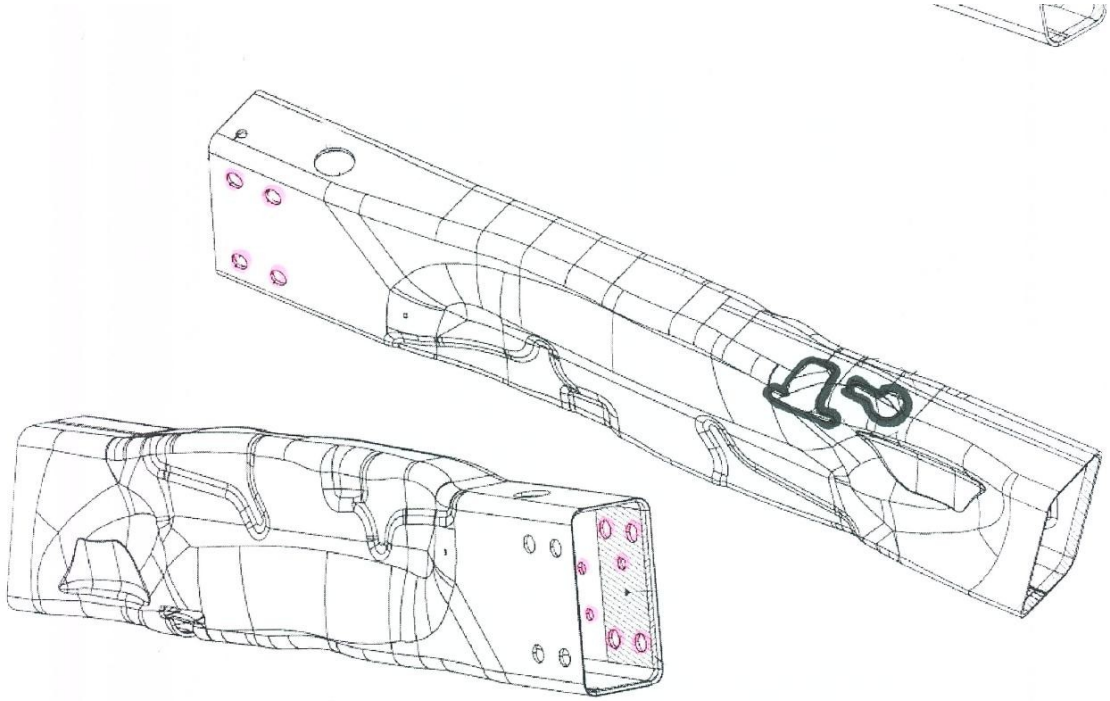
PRACOVNÍ POSTUP: Díly se vkládají do přípravku na výšku vyraženým číslem směrem do přípravku. Před vložením dílů do přípravku zkontrolovat typ zakládaného dílu. Díly vložit do přípravku, ručně pootočit stolem na 0° a stisknout zelené tlačítko. Po upnutí zkontrolovat za kus dosedl na dosedací body (poklepáním, pohledem). Stroj sám zavře dveře, upne díly a otočí paletu do obráběcího prostoru. Po obrobení odjehlit „T“ drážku a „zámkovou drážku“, nakonec díl vložit do Summy.

PŘÍPRAVKY: Speciální přípravek pro LS

ZPŮSOB KONTROLY, POUŽITÁ MĚŘIDLA: Dle kontrolního postupu

VÝROBNÍ NORMA: 22 ks/hod. - s výrobou 630 nebo 1030

POZNÁMKA: Způsob odjehlení nemá vliv na normu!!!

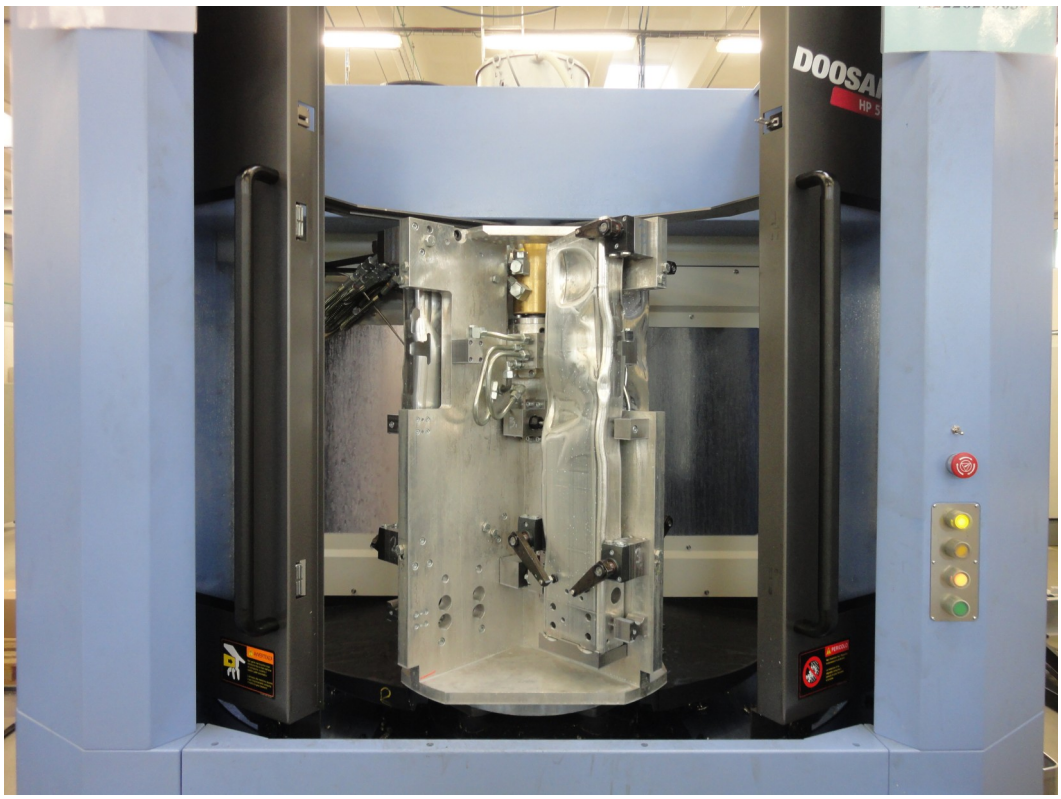


APRETACE :

ZELENĚ ZNÁZORNĚNÁ ČÁST APRETUJE OPERÁTOR U STROJE DOOSAN PO OPRACOVÁNÍ

ČERVENĚ ZNÁZORNĚNÁ ČÁST APRETUJE OPERÁTOR U STROJE SUMMA PO PRANÍ

ZELENĚ: PO OBROBENÍ APRETOVAT POMOCÍ FRÉZEK V PNEUMATICKÉ BRUSKCE
UPNUTÍ


DOOSA

NÁZEV: LS1 LH A2226200530 **Č. VÝKRESU: LH-DR22-180594**

ZÁKAZNÍK: BENTELER

SEZNAM OPERACÍ:

1	DOOSAN
2	PRAČKA - SUMMA

OPERACE:

2	PRAČKA - SUMMA

PRACOVNÍ POSTUP:

Zakládání: Zakládání dílů provádí obsluha Doosanu. Díly se pokládají na pás T-drážkou směrem dolů, zkosenou stranou doprava a rovnou stranou se díl dorazí na zarážku na páse. Minimální rozestup dílů na pásu je cca 5 cm, aby se díly dobře omyly.

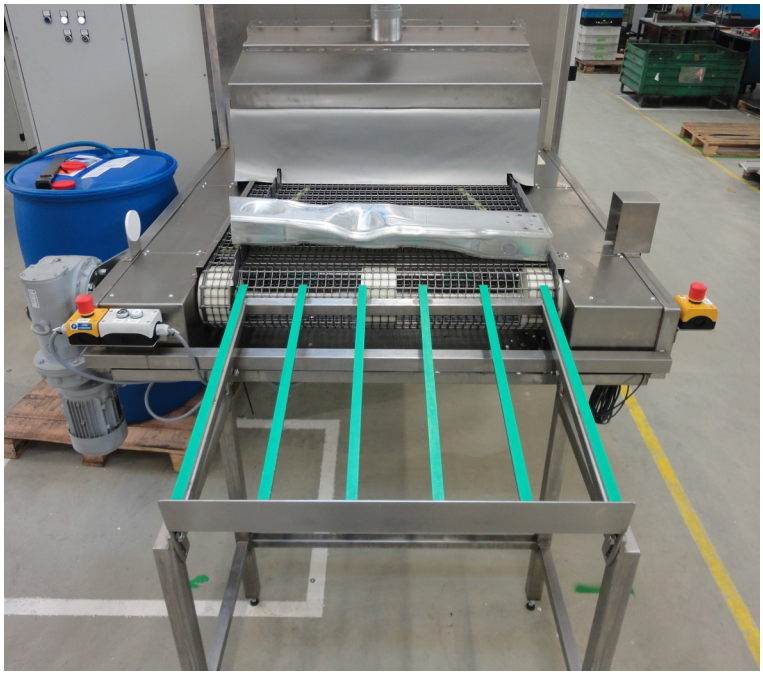
Vyjímání: Vyjímání, třídění a skládání dílu do beden provádí druhá obsluha. Díly po vyjetí z pračky obsluha zkontroluje zda-li jsou dobře odjehlené a dostatečně omyté. **Po vyjetí kusy nechat odkapat do dopravníku!** V případě že nejsou dobře omyté okamžitě informovat seřizovače. **Špatně odjehlené díly obsluha pračky vrátí zpět na odjehlení obsluze Doosanu.** Poté obsluha dle návodky roztřídí díly a zabalí je dle **BP.**

ZPŮSOB KONTROLY, POUŽITÁ MĚŘIDLA: Dle kontrolního postupu

VÝROBNÍ NORMA: **45 ks/hod. - praní + kontrola + odjehlení děr**
60 ks/hod. - samostatné praní
44ks/hod. - s výrobou Pal 074

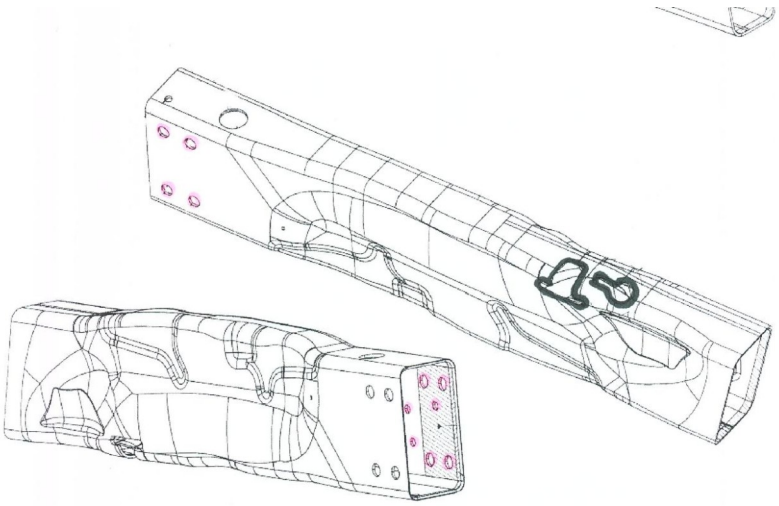
ZAKLÁDÁNÍ

VYJÍMÁNÍ



NA VÝSTUPU Z PRAČKY (VIZ. FOTO VYJÍMÁNÍ) NESMÍ BÝT NIC KROMĚ PRŮVODEK !!!
(TENTO PROSTOR NESLOUŽÍ K ODKLÁDÁNÍ HADRŮ)

POKAŽDÉ NA KONCI SMĚNY MUSÍ OBSLUHA PRAČKY VYČISTIT ZÁCHYTNÉ KOŠE PRO ŠPONY



APRETACE :

ZELENĚ ZNÁZORNĚNÁ ČÁST APRETUJE OPERÁTOR U STROJE DOOSAN PO OPRACOVÁNÍ

ČERVENĚ ZNÁZORNĚNÁ ČÁST APRETUJE OPERÁTOR U STROJE SUMMA PO PRANÍ

ČERVENĚ: PO VYPRÁNÍ APRETOVAT POMOCÍ SRÁŽECÍ HLAVIČKY V PNEUMATICKÉ RÁČNĚ. ODJEHLUJE OTVORY

Vypracoval: J. Barnet **datum: 3.11.2011**	**Revize: J. Zajda** **datum: 25.06.2015**	**Vedoucí výroby** **Tomáš Miler**

Příloha 2

VI

RESL	Kontrolní plán/Control Plan		F 042
Zákazník/Custoner: **Benteler**	Název dílu/ Part name: **LAENGSTRAEGER_VO-LI – LS1**	Číslo dílu/Part number **LH-DR22-1805949 (0530)**	číslo kontrolního plánu/Control Plan number: **VN 515**
Operace/Operation: **Vstupní kontrola- hydro**	Index výkresu/ Index drawing: **AK**	Datum indexu/ Date index: **20.6.2013**	

Popis kontrolované charakteristiky Description of Controled Charakteristic	Dolní mez Lover Toler.	Horní mez Upper Toler.	Měřidlo Gauge	Rozsah kontroly Extend of check	Doklad Proof		Plán reakce Reaction Plan	Odpovědnost Responsibility	DU
Kompletnost a nepoškozenost obalu	-	-	Vizuální kontrola	všechny obalové jednotky v dodávce	Zápis do záznamových karet vstupní kontroly a uvolnění do průvodky.		Poškozený obal nafotit, předat vedoucímu kontroly s podklady pro reakci směrem k zákazníkovi (číslo dodacího listu, množství neshodně baleného zboží).	Zaměstnanec kontroly	2
Vizuální kontrola: 1/ vadně vystřižený otvor D 31,5 2/ kontrola vygravírovaného čísla dílu 0530 s průvodkou 3/ bez nečistot a oxidace a bez deformačních rýh a škrábanců	-	-	Vizuální kontrola	min 1 ks z boxu			Poškozený díl nafotit, předat vedoucímu kontroly s podklady pro reakci směrem k zákazníkovi (číslo dodacího listu, četnost výskytu).		
Ø 31,5	31,4	31,6	posuvné měřítko	1 ks / 10 boxu			Po naměření rozměru mimo toleranci - pozastavit celou dodávku. Předat podklady vedoucímu kontroly pro reakci k dodavateli (zákazníkovi).		

Poznámky:

DU – Důležitost/Importance 1: Kritický znak/Critical criteri (SC, SD,CC...) 2: důležitý znak/Important criteri 3: nerozhodující znak/Nondelisive	**Doklad/Proof** Způsob dokladování měřícího nebo Kontrolního úkonu	**Plán reakci/Reaction Plan:** Opatření v případě zjištění neshody	**Odpovědnost/Responsability:** Obsluha stroje/Machine operator Pracovník kontroly/Quality operator Technolog/Technologist

Vytvořil:Špačková Datum:2.12.2011	Revize 0 Revize 1 – 9.1.2012 – Špačková Revize 2 – 15.5.2012 – Šejnohová Revize 3 – 28.5.2012 – Šejnohová – změna výkresu z AG na AH revize 4 - 18.10.12 – změna AI	Schválil VŘK/Datum//Quality Approval/Date: Dušan Špaček/ 18.10.2012

Pozor - Vstupní kontrola hydroformovaných dílů se neprovádí – ukončeno 10/2013 - ukončeno na základě min. 20 vstupních kontrol bez neshody

D.Špaček

RESL

Kontrolní plán/Control Plan

F 042

Zákazník/Custoner:	Název dílu/ Part name:	Číslo dílu/Part number	číslo kontrolního plánu/Control Plan number:
			KP 515
Operace/Operation: **Výrobní kontrola**	Index výkresu/ Index drawing: **AK**	Datum indexu/ Date index: **20.6.2013**	

Číslo pozice	Popis operace Operation description	Popis kontrolované charakteristiky/Description of Controled Charakteristic	Dolní mez/Lover Toler.	Horní mez/Upper Toler.	Měřidlo/ Gauge	Rozsah kontroly/Extend of check	Doklad/Proof	Plán reakce/Reaction Plan	Odpovědnost/Responsibility	DU
-	Obrábění – najíždění	Uvolnění při najíždění. Schválení prvního kusu a kontrola posledního ks. Měření všech rozměrů uvedených v tomto kontrolním plánu. **KONTROLA SPRÁVNÉHO TYPU LS1- OZNAČENÍ 0530.**	-	-	viz měřidla níže	Seřizovací kusy Kusy ze všech pozic	měřící protokol + vytvoření 1. schváleného kusu z najíždění	První kus - pokud kus nesplňuje požadované rozměry, vyřadit, seřídit a přeměřit další kus. Opakovat dokud kus zcela nevyhovuje. Špatné kusy označit: datem/pracovník, který kus vyrobil. Kus uložit do separátoru.	Pracovník kontroly, seřizovač	1
		kontrola úplnosti a nepoškození dílu, vzhled opracování	vizuálně		1.schválený kus z najíždění					
03-06 / 12-15	Obrábění	8x D16,4 ± 0,1	16,3	16,5	kalibr	První kusy na směně ze všech pozic (4ks) dále 1x za 2hod kusy ze všech pozic (4ks)	měřící protokol	V případě, že jsou kusy mimo toleranci upozornit seřizovače a pracovníka kontroly. Kusy separovat. Provést kontrolu všech kusů do posledního měření. Špatné kusy separovat, označit datem, vadou, podpisem.	obsluha stroje	2.
7 - 9		3 x D11 +0,1	11,0	11,1	kalibr					
10		D10 +0,2 / -0,1	9,9	10,2	kalibr					
24		69 ± 0,3	68,7	69,3	posuvné měřítko 150					
26		11 ± 0,2	10,8	11,2						
28		56 ± 0,3	55,7	56,3						
30		15 ± 0,2	14,8	15,2						
-		vizuální kontrola správného typu LS1	na vnitřní straně dílů musí být výstupek		hmatem	Každý kus (100%)	měřící protokol (záznam každé 2hod)	Špatné kusy separovat, označit datem, vadou, podpisem.		
-		hrany otvorů a drážek 0 / +0,3	vizuálně		1. schválený kus z najíždění					
-		vizuální kontrola čistoty- díly musí být čisté beze špon, ostatních nečistot a nesmí být mastné								
-		kontrola vyosení děr 16,4 ± 0,1 viz. obrázek č. 1 ("rybí oči")				Každý kus (100%) + označit OK kus tečkou viz. foto č. 2				
-		100% kontrola průchodnosti díry poka-yoke D 10 +0,2 / -0,1	-	-	kalibr	Každý kus (100%)				
-		kontrola úplnosti,nepoškozenosti, vzhledu a opracování	vizuálně		1. schválený kus z najíždění					

VIII

03	Obrábění	pozice 0,4 / U, V, W **D16,4**	0	0,4	3D	První kus při najíždění ze všech pozic (4) Min. 1 x za směnu-kontrola kusy ze všech pozic (4) Poslední kus z dávky ze všech pozic (4)	protokol 3D	V případě, že je změřený kus mimo toleranci: 1. upozornit pracovníka výroby (seřizovače) 2. označit a separovat všechny vyrobené kusy od posledního měření (červenou nebo žlutou kartou) 3. dále informovat ved. kontroly a mistra	zaměstnanec kontroly, seřizovač	2.
07		pozice 0,4 / U, V, W **D11**	0	0,4						
04-06 /13-16		pozice 0,2 / B **D16,4** (7x)	0	0,2						
08-09		pozice 0,2 / A **D11**	0	0,2						
10		pozice 0,4 / U, V, W **D10**	0	0,4						
K1		pozice 0,4 / U, V, W **K1**	0	0,4						
K2		pozice 0,4 / U, V, W **K2**	0	0,4						
03-06 / 12-15		D16,4 ± 0,1	16,3	16,5						
07-09		3x D11 +0,1	11,0	11,1						
10		D10 +0,2 / -0,1	9,9	10,2						
27		Úhel 10°	9,5°	10,5°						
24		69 ± 0,3	68,7	69,3	posuvné měřítko 150		měřící protokol			
26		11 ± 0,2	10,8	11,2	3D		protokol 3D			
28		56 ± 0,3	55,7	56,3	posuvné měřítko 150		měřící protokol			
30		15 ± 0,2	14,8	15,2	3D		protokol 3D			
29		D29 ± 0,2	28,8	29,2						
-		odhrocení otvorů a drážek	0,0	0,3	vizuálně		měřící protokol			
-		kontrola úplnosti a nepoškození dílu, vzhled opracování, odhrocení	vizuálně		1. schválený kus z najíždění					
-		vizuální kontrola správného typu LS1 – označení 0530	vizuálně							

Obrázek č. 1

Obrázek č. 2

Vytvořil: Špačková Datum: 2.12.2011	Revize : 8 - J. Staněk 22.02.2016	Schválil VŘK/Datum//Quality Approval/Date: Dušan Špaček/22.02.2016

RESL	Kontrolní plán/Control Plan		F 042
Zákazník/Custoner: **Benteler**	Název dílu/ Part name: **LAENGSTRAEGER_VO-LI – LS1**	Číslo dílu/Part number **LH-DR22-180594(0530)**	číslo kontrolního plánu/Control Plan number: **KP 518 praní**
Operace/Operation: **Výrobní kontrola - praní**	Index výkresu/ Index drawing: **AK**		Datum indexu/ Date index: **20.06.2013**

Číslo operac	Popis operace Operation description	Popis kontrolované charakteristiky	Dolní mez	Horní mez	Měřidlo/ Gauge	Rozsah kontroly/Extend of check	Doklad/Proof	Plán reakce/Reaction Plan	Odpovědnost/ Responsibility	DU
02	Praní	**Schválení prvního kusu z dávky a kontrola posledního ks** – vizuálně dle v tomto KP uvedených charakteristik. **Pozor hlídat správný profil LS1 – profil s výstupkem na kratší straně a vy-gravírované číslo 0530**	-	-	vizuálně	1ks	Do průvodky	První kus - pokud kus nesplňuje požadované parametry. Proces praní opakovat dokud kus není vyhovující.	Pracovník kontroly, seřizovač	1
		100% vizuální kontrola čistoty- díly musí být čisté beze špon a ostatních nečistot.	-	-	vizuálně viz foto	100%	-	Nečisté kusy separovat a proces praní opakovat	Obsluha Stroje	2.
		100% vizuální kontrola čistoty – kusy nesmí být mastné	-	-		100%	-			
		100% kontrola polohy díry poka- yoke	17,25	18,10	Kalibr/posuvné měřítko	100%	tečka na díl v okolí díry poka-yoke	V případě, že jsou kusy mimo toleranci upozornit seřizovače a pracovníka kontroly. Špatné kusy separovat, označit datem, vadou, podpisem.		
		100% kontrola kalibrem „rybí oči“ Díry poka- yoke s D35,5	-	-	Kalibr	100%				
		odhrocení otvorů a drážek	vizuálně		1.schválený kus z najíždění	100%	-			
		kontrola úplnosti, nepoškození, vzhledu a opracování.	vizuálně		1.schválený kus z najíždění	100%	-			

Na celém kuse se nesmí vyskytovat tmavé (černé) šmouhy, které po přetření mažou. Problematické jsou zejména konce tohoto dílu.

Poznámky:

RESL	Kontrolní plán/Control Plan			F 042
Zákazník/Custoner: **Benteler**	Název dílu/ Part name: **LAENGSTRAEGER_VO-LI – LS1**		Číslo dílu/Part number **LH-DR22-180594(0530)**	číslo kontrolního plánu/Control Plan number: **V 515**
Operace/Operation: **Výstupní kontrola**	Index výkresu/ Index drawing: **AK**		Datum indexu/ Date index: **20.6.2013**	

Popis kontrolované charakteristiky Description of Controled Charakteristic	Dolní mez Lover Toler.	Horní mez Upper Toler.	Měřidlo Gauge	Rozsah kontroly Extend of check	Doklad Proof	Plán reakce Reaction Plan	Odpovědnost Responsibility	DU
Kontrola provedení všech operací a kontrola typu s průvodkou. **Na dílu musí být vygravírované číslo 0530**.	-	-	Vizuální + dle průvodky	1ks z boxu	uvolnění do průvodky	při zjištění neshodného kusu následuje 100% kontrola boxu.	pracovník kontroly	2
Čistota dílů, díly musí být čisté, beze špon a nesmí být mastné (i uvnitř dílu), správné odhrocení otvorů a drážek -0,3	-	-	vizuální					

Na celém kuse se nesmí vyskytovat tmavé (černé) šmouhy, které po přetření mažou. Problematické jsou zejména konce tohoto dílu.

DU – Důležitost/Importance 1: Kritický znak/Critical criteri (SC, SD,CC...) 2: důležitý znak/Important criteri 3: nerozhodující znak/Nondelisive	Doklad/Proof Způsob dokladování měřícího nebo Kontrolního úkonu	Plán reakci/Reaction Plan: Opatření v případě zjištění neshody	Odpovědnost/Responsability: Obsluha stroje/Machine operator Pracovník kontroly/Quality operator Technolog/Technologist
Vytvořil: Špačková Datum: 2.12.2011	Revize 0,Revize 1 – 9.1.2012 – Špačková , Revize 2 – 2.5.2012 – D.Špaček Revize 3 – 28.5.2012 – Šejnohová – změna výkresu z AG na AH revize 4- 13.9.2012 - doplnění rozměrů -Špaček revize 5,.- 18.10.12 – změna A, revize 6. AK		Schválil VŘK/Datum//Quality Approval/Date: Dušan Špaček/13.9.2013

IX

RESL *Produktivní CNC obrábění a úpravy povrchů*	**Balící předpis**	**BP 515**	**ISO:9001:2008**

□ Interní (mezioperační)	Udržovat díly čisté a suché
■ Výstupní (hotový výrobek)	Platí pro poslední operaci. Díly nebudou již přerovnávány.

Zákazník:	**BENTELER**
Název výrobku:	**LAENSTRAEGER LI LS1**
Číslo výkresu:	**LH-DR22-180594**
Počty kusů v bedně:	V každé vrstvě 6 ks(1x6) 9 vrstev + na straně 4 ks na výšku Plná bedna: 58 ks
Balení:	Hotové díly ukládat do černého G-boxu

G-box musí být čistý a beze špon!!! Před použitím bedny vysypat zbytky cizích materiálů. Kusy se po vyprání a osušení balí do boxu dle fotografie. **Boxy nesmějí obsahovat žádné hořlavé materiály!!! Při balení se nesmí zabalit více typů do jedné bedny!!!! V jedné bedně vždy jeden typ!!! Do jednoho G-boxu se vejdou přesně dva plné Hesony.**

Obrobky musí být beze špon, vyfoukané, čisté a suché.

Vypracoval: M. Zakouřil Dne: 9.1.2013	Revize1: Dne:	Schválil: Tomáš Miler Dne: 9.1.2013

RESL *Produktivní CNC obrábění a úpravy povrchů*	**Balící předpis**	**BP 515**	**ISO:9001:2008**

□ Interní (mezioperační)	Udržovat díly čisté a suché
■ Výstupní (hotový výrobek)	Platí pro poslední operaci. Díly nebudou již přerovnávány.

Zákazník:	**BENTELER**
Název výrobku:	**LAENSTRAEGER LI LS1**
Číslo výkresu:	**LH-DR22-180594**
Počty kusů v bedně:	V každé vrstvě 8 ks(1x8) 13 vrstev Plná bedna: 104 ks
Balení:	Hotové díly ukládat do drátěné klece

Klec musí být čistá a beze špon!!! Před použitím klece vysypat zbytky cizích materiálů. Kusy se po vyprání a osušení balí do boxu dle fotografie. T-drážkou vždy směrem vzhůru. **Boxy nesmějí obsahovat žádné hořlavé materiály!!! Při balení se nesmí zabalit více typů do jedné bedny!!!! V jedné bedně vždy jeden typ!!!**

Obrobky musí být beze špon, vyfoukané, čisté a suché.

Vypracoval: M. Zakouřil Dne: 19.2.2013	Revize1: Dne:	Schválil: Tomáš Miler Dne: 19.2.2013

RESL *Produktivní CNC obrábění a úpravy povrchů*	**Balící předpis**	**BP 515**	**ISO:9001:2008**

■ Interní (mezioperační)	Udržovat díly čisté a suché
□ Výstupní (hotový výrobek)	Platí pro poslední operaci. Díly nebudou již přerovnávány.

Zákazník:	**BENTELER**
Název výrobku:	[redacted]
Číslo výkresu:	
Počty kusů v bedně:	V každé vrstvě 6 ks(1x6) 5 vrstev Plná bedna: 30 ks
Balení:	Hotové díly ukládat do HESON-Boxu

Před použitím bedny, vysypat zbytky cizích materiálů. Bedna s kusy před a po obrobení musí být beze špon a čistá, aby nedošlo k poškrábání dílů. **Při balení se nesmí zabalit více typů do jedné bedny!!!! V jedné bedně vždy jeden typ!!! Na vrchu bedny musejí být kartonové proklady. Vyplněný identifikační lístek nelepit, ale vkládat na horní kusy do hesonu.**

Obrobky musí být beze špon, vyfoukané, čisté a suché.

Vypracoval: M. Zakouřil	Revize: J. Zajda	Schválil: Tomáš Miler
Dne: 20.6.2012	Dne: 14.11.2014	Dne: 20.6.2012

RESL *Produktivní CNC obrábění a úpravy povrchů*	**Balící předpis**	**BP 515**	**ISO:9001:2008**

□ Interní (mezioperační)	Udržovat díly čisté a suché
■ Výstupní (hotový výrobek)	Platí pro poslední operaci. Díly nebudou již přerovnávány.

Zákazník:	**BENTELER**
Název výrobku:	**LAENSTRAEGER LI LS1**
Číslo výkresu:	**LH-DR22-180594**
Počty kusů v bedně:	V každé vrstvě 6 ks(1x6) 9 vrstev + na straně 4 ks na výšku Plná bedna: 58 ks
Balení:	Hotové díly ukládat do stříbrného G-boxu

G-box musí být čistý a beze špon!!! Před použitím bedny vysypat zbytky cizích materiálů. Kusy se po vyprání a osušení balí do boxu dle fotografie. **Boxy nesmějí obsahovat žádné hořlavé materiály!!! Při balení se nesmí zabalit více typů do jedné bedny!!!! V jedné bedně vždy jeden typ a proto je nutné kontrolovat v průběhu rovnání do bedny a na konci při plném boxu opticky pozici drážky a úhel jestli je ve stejné pozici u všech kusů v obalu!!! Po naplnění G-boxu se umístí na bok PVC kapsa, do které se vloží průvodky (viz. Foto).**

Obrobky musí být beze špon, vyfoukané, čisté a suché.

Vypracoval: J.Hurych Dne: 16.12.2013	Revize1: Dne:	Schválil: Tomáš Miler Dne: 9.1.2013