

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STROJNÍ**



**OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO
PROCESU KOMPONENT
RYPADLA**

2018

**ŠIMON
PETELE**



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Petele	Jméno: Šimon	Osobní číslo: 437888
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní		
Zadávající katedra/ústav:	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie		
Studijní program:	Výroba a ekonomika ve strojírenství		
Studijní obor:	Technologie, materiály a ekonomika strojírenství		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Optimalizace výrobního procesu komponent rypadla

Název bakalářské práce anglicky:

Manufacturing process improvement of excavator's components

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše problematiky optimalizace výrobních procesů
2. Rešerše SW podpory optimalizace výrobních procesů
3. Rozbor technicko organizačních podmínek výroby komponent
4. Návrh optimalizačních řešení a jejich ekonomické zhodnocení

Seznam doporučené literatury:

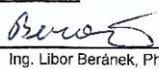
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jiří Kyncl, 12134

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

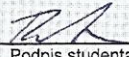
Datum zadání bakalářské práce: **09.04.2018** Termín odevzdání bakalářské práce: **31.07.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

 Ing. Jiří Kyncl podpis vedoucí(ho) práce	 Ing. Libor Beránek, Ph.D. podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	 prof. Ing. Michael Valášek, DrSc. podpis děkana(ky)
--	---	---

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.


 Podpis studenta

24. 4. 2018
 Datum převzetí zadání

Abstrakt

Hlavním cílem této bakalářské práce je návrh optimalizace výrobního procesu dvou komponentů, které se podílejí na finální podobě rypadla. V první části práce je představena společnost, kde se díly vyrábějí. Dále pak navazuje rešerše výrobního procesu a rešerše problematiky softwarové podpory výrobního procesu. Následuje analýza současných technicko-organizačních podmínek výroby komponentů a na závěr návržení optimalizačních řešení a jejich ekonomický dopad.

Klíčová slova: Optimalizace, výrobní proces, spotřeba času, MTM

Abstract

The main purpose of this bachelor's thesis is the analysis of the design and optimization of the manufacturing process of two components, which have an influence on the final look of the excavator. The first part introduces the company where the parts are manufactured. Then it continues with research of the manufacturing process and with research on the topic of software support for the manufacturing process. After analysis of the current technical and organizational production conditions the thesis suggests optimization solutions and their economical evaluation.

Keywords: Optimizaiton, Manufacturing proces, time consuption, MTM

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

Dne 30.7.2018

Podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce panu Ing. Jiřímu Kynclovi za užitečné rady, které mi poskytl při psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Doosan Bobcat EMEA, že mi umožnila vypracování této práce a jejím zaměstnancům, kteří mi s prací pomáhali.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o.	11
2.1. Historie společnosti.....	11
2.1. Současnost společnosti	12
3. Výrobní proces.....	14
3.1. Definice výrobního procesu	14
3.1.1. Dělení výrobního procesu.....	14
3.2. Návrh výrobního procesu.....	15
3.3. Rozklad výrobního postupu	15
3.4. Určení počtu a pořadí operací.....	16
3.5. Technická příprava výroby	17
3.6. Technologická příprava výroby	20
3.7. Projektová příprava výroby.....	22
3.8. Proces plošného tváření.....	23
3.8.1. Technologičnost výlisků	23
3.8.2. Druh nástroje a volba lisu	23
4. Studium spotřeby času ve výrobním procesu	25
4.1. Dělení časů a ztrát.....	25
4.2. Metody měření časů	26
4.2.1. Snímky operace.....	27
5. Optimalizační metody.....	29
5.1. Racionalizace	29
5.2. Metoda MTM	31
5.2.1. Historie MTM	32
5.3. MTM-1.....	33
5.4. MTM-2.....	33
5.4.1. Předem stanovené časy	33
5.4.2. Časové jednotky.....	34
5.5. Sekvenční pohybové studie (MOST)	34
6. Softwarová podpora v podniku	36
6.1. Využití PC softwaru k optimalizaci výroby	36
6.1.1. Druhy softwarové podpory.....	38

6.2.	Simulační softwary	40
6.2.1.	iSC software	41
7.	Analýza současného stavu výroby komponent	42
7.1.	Toleranční analýza.....	46
7.1.1.	Držák krytu rypadla	47
7.1.2.	Závěs zadního krytu motoru	48
7.2.	Analýza způsobilosti procesu	49
7.2.1.	Naměřené hodnoty ze zkušební dávky padesáti dílů	50
7.2.2.	Způsobilost.....	51
7.3.	Analýza výrobního procesu	52
7.3.1.	Vyhodnocení procesu pomocí iSC softwaru DGM.....	52
7.3.2.	Vyhodnocení procesu pomocí iSC softwaru DGI	55
8.	Návrh optimalizace výroby	60
9.	Technicko-ekonomické zhodnocení	65
10.	Závěr	66
11.	Použitá literatura	67
12.	Seznam obrázků	69
13.	Seznam tabulek.....	70
14.	Seznam příloh	70

Přehled použitých zkratk a symbolů

LP	Lean production
JIT	Just in time
TPV	Technická příprava výroby
KPV	Konstrukční příprava výroby
TgPV	Technologická příprava výroby
PPV	Projektová příprava výroby
VD	Výrobní dokumentace
VP	Výrobní proces
THN	Technicko hospodářské normy
MTM	Method time measurement
PTS	Predetermined time standards
TMU	Time measurement units
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
CIM	Computer Integrated Manufacturing
ERP	Enterprise Resource Planning
MRP	Manufacturing Resource Planning
MES	Manufacturing Execution Systems
MOM	Manufacturing Operations Management
C_p	Koeficient způsobilosti
C_{pk}	Koeficient využití způsobilosti
PN	Personal needs
SUPS	Supplements

1. Úvod

Tato bakalářská práce si klade za cíl optimalizaci výrobního procesu rypadla K2. Jedná se o novou modelovou řadu, která zatím nevstoupila do sériové výroby. Převážnou částí však navazuje na předchozí model. V práci se zaměřím na výběr dvou součástí, které vstupují do montážního celku rámu. V průběhu se budu zabývat tím, jaké jsou kritické rozměry dílů, které ovlivňují finální kvalitu rypadla. Provedu analýzu současného stavu výroby a navrhnu optimalizačních opatření.

V první kapitole představím společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o., její historii a současnost. Dle zadání bude rozebrána problematika výrobního procesu, jeho definice, navrhování a členění. Práce také zmíní technologii plošného tváření, pomocí které se komponenty vyrábějí. V další kapitole bude zmíněna studie spotřeby času, která se zaměří na dělení časů a ztrát. Následují optimalizační metody, kde práce definuje termín racionalizace a popíše dále používanou metodu MTM, konkrétně MTM-2. Následovat bude kapitola o softwarové podpoře výrobních procesů se zaměřením na simulační softwary.

Dále budu popisovat současné technicko-organizační podmínky výroby, představím optimalizované díly, stroj, do kterého vstupují a pracoviště, na kterém se vyrábějí. Provedu toleranční analýzu a následně na zkušební výrobní dávce vyhodnotím způsobilost procesu. Pomocí softwaru iSC, který se specializuje na zlepšování výrobních procesů, rozeberu pracovní postup ohraňování dvou komponent a následně se budu snažit nalézt prostor pro zlepšení výrobního procesu. Jednak například zkoumáním programu stroje nebo také průběžným pozorováním pracovních pohybů a ergonomie pracovníka. S pomocí programu lze také určit, jakým podílem je na procesu zastoupena přidaná hodnota. Dále navrhnu možná opatření pro zlepšení způsobilosti procesu a výměny nástrojů ve strojích.

Cílem této bakalářské práce je zjištění potenciálu pro snížení nákladů a zefektivnění výroby. Tedy nalezení nejslabších míst ve výrobním procesu a odstranění ztrátových časů. Výsledné úspory budou na závěr převedeny v technicko-ekonomické zhodnocení.

2. Společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o.

V této kapitole představím společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o., se kterou budu spolupracovat na bakalářské práci s cílem optimalizace výrobního procesu dvou vybraných komponent. Hlavní činností této společnosti, se sídlem v Dobříši, je výroba kompaktních nakladačů a rypadel.

2.1. Historie společnosti

Historie firmy Bobcat se píše již od roku 1947, kdy v Severní Dakotě ve městě Gwinner v USA byla založena E. Gideonem Melroem společnost Melroe Manufacturing Company. Firma začala vyrábět stroje Bobcat model M-200 v roce 1958 a započala tak nová éra výroby kompaktních strojů. Od roku 1995 patřil Bobcat celosvětové firmě Ingersoll Rand. V roce 2007 Ingersoll Rand prodala Bobcat korejské Doosan Infracore za 4,9 miliardy dolarů. Tím se uskutečnila největší zámožská akvizice v korejské historii. Doosan Infracore tím získal sedmé místo mezi největšími výrobci stavebních strojů.

Ústředí společnosti Bobcat EMEA bylo v roce 2017 přemístěno z Waterloo v Belgii do moderního kampusu v Dobříši v České republice. Bobcat je od roku 1962 synonymem trvanlivosti a spolehlivosti. Všestranné, agilní stroje s časově ověřenou spolehlivostí. Společnost Bobcat má nejrozsáhlejší distribuční síť na světě, kterou tvoří několik tisíc nezávislých prodejců, servisů a specialistů na pronájem. V agentuře EMEA se nachází více než 350 obchodních zastoupení společnosti Bobcat [10].

Tabulka 1 - Historie Doosan Bobcat Dobříš [9]

Rok	Událost
2017	Přejmenování společnosti Doosan Bobcat manufacturing, s.r.o. na Doosan Bobcat EMEA, s.r.o.
2015	Rozšíření tréninkového centra
2014	Bobcat jako první vyrobil 1 000 000 kompaktních nakladačů
2014	Otevření nového inovačního centra -> vznik Dobříšského kampusu
2014	Otevření distribučního centra
2009	Doosan infracore kupuje společnost Bobcat
2007	Ukončena výstavba nového závodu a tréninkového centra v Dobříši
2005	Zahájení výroby malých kompaktních bagrů
2004	První vyrobený smykem řízený Bobcat nakladač
2003	Otevřeno vývojové centrum

2.1. Současnost společnosti

Nový výrobní závod Bobcat se dělí na několik pracovišť. Prvovýroba zahrnuje lasery, ohraňovací lisy a svařovny. Nejnovější je pak lakovna, postavena v roce 2017. Nalezneme zde také 3 montážní linky – LDR, MX, Cairo, tedy nakladače, rypadla a kompaktní rypadla.

Administrativa sídlí v druhém patře budovy a zahrnuje oddělení financí, total quality management, bezpečnost, nákup, plánování a zásobování, personální oddělení, oddělení kvality, technologie, expedice, marketing a logistiku.

V Dobříši je dále mimo výroby Inovační centrum, zde probíhá vývoj strojů a také nově pojmenovaný Bobcat institut, kde se koná školení pro autorizované dealery ohledně produktů, údržby a prodejů strojů. Také zajišťuje školení prodejců i interních pracovníků, akce pro zákazníky, Demo Show, Road Show a veletrhy.

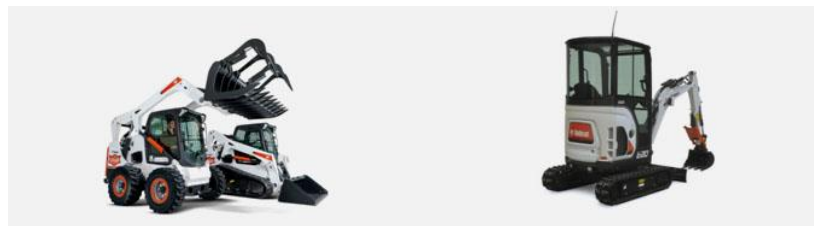
Celkově tedy společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o. v Dobříši zaměstnává 1 045 kmenových zaměstnanců.



Obrázek 1 - Dobříš Campus [8]

Inovačním centrem je významné z hlediska vývoje nových modelů a testování. Nachází se zde například i akustická komora na testování hlučnosti jednotlivých strojů. Společnost se zaměřuje na výrobu a vývoj stavebních nakladačů a kompaktních bagrů včetně příslušenství. Od roku 2014 došlo k navýšení tonáže bagrů, které podnik vyrábí z 3 na 5 tun. Všechny stroje jsou zdokonalovány a upravovány dle požadavků zákazníka. Výhodou strojů Bobcat je velikost a flexibilita. Bagry se snadno převáží a jsou výborně připraveny na pohyb v omezeném prostoru, protože jejich otáčení probíhá prakticky na místě [8].

Nyní Bobcat v Dobříši vyrábí:



Obrázek 2 - Nakladač – LDR (vlevo), kompaktní bagr – MEX (vpravo) [8]

Kapitola o společnosti Bobcat pojednává o historii společnosti i její aktuální struktuře, popisuje rozložení závodu a najdeme v ní informace o výrobním portfoliu.

3. Výrobní proces

V této části je definován výrobní proces a způsob jeho navržení. V kapitole bude popsáno dělení výrobního procesu a postup při určování počtu a sledu operací. Dále je rozebrána náplň technické, technologické a projektové přípravy výroby.

3.1. Definice výrobního procesu

V dnešní době je paleta výrobků, jejich výrobních metod a kombinací velice široká. Řízení organizace je důležitou součástí nynější výroby. Změnu výchozího materiálu v dokončený výrobek je nutno přesně rozdělit na jednotlivé části výrobního procesu. Následně jejich seřazením získáme výrobní postup. Ten se stává základním podkladem pro tvorbu racionálního výrobního procesu.

Výrobní postup obsahující pouze sled technologických operací, které jsou potřebné pro docílení určité změny, se jmenuje technologický postup. V případě, že hovoříme o činnosti zahrnující pouze aktivitu pracovníka (např. montáž), se jedná o pracovní postup. Souhrn těchto dvou postupů pak tvoří výrobní postup. Mezi hlavní cíle výrobního postupu řadíme: Navržení polotovaru s požadovanými rozměry, vlastnosti a přídavky. Stanovení počtu a pořadí technologií se snahou o co nejvyšší efektivitu, minimalizaci nákladů nebo nejnižší pracnost. Dále výběr stroje a zařízení, navržení pracoviště včetně přípravků, nástrojů atd. A nakonec je třeba rozhodnout o potřebné kvalifikaci pracovníků, jejich odměňování, plánování a organizaci výroby.

K tomu používá technolog konstrukční, plánovací a normativní dokumentaci. A dále může použít vzorové postupy, návodky, normativy technologických a časových podmínek apod.

3.1.1. Dělení výrobního procesu

- Hlavní výrobní proces – zaměřený na výrobu konečných výrobků určených k prodeji.
- Vedlejší výrobní proces – výrobky, které nepřecházejí do finálního výrobku.
- Obslužný (vedlejší) výrobní proces – zajišťuje všechny druhy energií a služeb (skladování, expedici apod.) [1]

3.2. Návrh výrobního procesu

Změnu materiálu v konečný výrobek je třeba přesně definovat jednotlivými úseky výrobního procesu. Předpis daného sledu operací o určitém počtu kroků za konkrétních podmínek nazýváme výrobním postupem. Ten je elementárním dokumentem pro uskutečnění výrobního procesu.

Výrobní postup obsahující pouze sled nutných technologií se jmenuje technologický postup. Jeho opakem je potom pracovní postup, který se zabývá pouze činnostmi pracovníka (zejména montáž). Sloučením technologického a pracovního postupu vzniká výrobní postup, který by měl zaručit uskutečnitelnost všech operací a jako celek je třeba, aby byl z technicko-organizačního a ekonomického hlediska racionální.

Výrobní dokumentace má zpravidla za úkol:

- Navržení typu polotovaru, jeho rozměry a vlastnosti.
- Stanovení počtu a pořadí daných technologií nebo pracovních úkonů, které zajišťují realizaci všech podmínek předepsaných konstrukcí.
- Výběr strojů a zařízení vhodných pro dané pracoviště a další vybavení jako přípravky, nástroje včetně volby pracovních podmínek.
- Určit pravidla odměňování, nezbytnou kvalifikaci pracovníků, plánování, řízení a organizaci výroby.

K realizaci lze využít vstupní data z konstrukční, plánovací a normativní dokumentace a dále třeba třídníky, vzorové postupy, návodky nebo nejrůznější normativy. Výrobní postup lze zpracovat i pomocí výpočetní techniky. [1]

3.3. Rozklad výrobního postupu

Výrobní postup lze dělit na základě použité technologie a z pohledu pracovní činnosti na dílčí kroky strojní, strojněruční, ruční, kontrolní, dopravní, montážní apod.

Zpravidla se používá dělení na operace, které bývají realizovány jedním nebo více pracovníky anebo jedním strojem na jedné nebo několika součástech najednou a nepřetržitě.

Dále operace členíme na:

- Operační úseky – reprezentují dílčí a ukončený technologický proces, konající se za stejných podmínek jedním nebo více nástroji.
- Operační úkony – představují jednoduchý pracovní krok stejného charakteru např. upnutí do sklíčidla.
- Pracovní pohyby – nejmenší časově měřitelné části operačního úseku např. uvolnění sklíčidla.

Stěžejní vliv má na hloubku dělení:

- Sériovost a opakovatelnost výroby.
- Stupeň mechanizace a automatizace výrobního procesu. [1]

3.4. Určení počtu a pořadí operací

Nezbytnou podmínkou pro správné fungování výrobního postupu je kompletnost a správně určený počet a pořadí nutných činností. Počet operací určuje:

- Počet typů obráběných ploch.
- Požadavky tvarové a rozměrové přesnosti, parametry povrchu.
- Objem výroby.
- Kvalita materiálu výrobku, typ polotovaru, tepelné zpracování atd.

Mezi kontrolní operace, které jsou důležité v určitých etapách výrobního procesu, je možné zahrnout:

- Vstupní kontrola – Ověřuje atributy a rozměry nakoupeného materiálu a polotovarů.
- Mezioperační kontrola – Řadí se většinou před i po technologicky náročnější operace a má za úkol vyřadit zmetky z dalšího následného zpracování a v neposlední řadě má upozornit na nedostatky výroby.
- Vstupní kontrola – Zajišťuje úplnost, funkčnost veškeré předepsané nároky výrobní a konstrukční dokumentace. [1]

Kontrolu lze předepsat všem výrobkům nebo pouze pro určitou část. Kontrola může být prováděna také jen namátkově.

Posloupnost operací má na svědomí kvalitu výroby, a to tvarovou a rozměrovou exaktnost, návaznost jednotlivých operací, ale také má na starost omezení spotřeby materiálu, energie a práce.

Posloupnost je dána:

- Tvarem opracovávaného povrchu.
- Materiálovou náročností.
- Nároky na montáž, funkční vazby tvořící požadavky na sestavení montážního celku.

Z těchto souvislostí vyplívají podmínky pro technologickou návaznost, a ty se využijí pro vytvoření typového sledu výroby. [1]

3.5. Technická příprava výroby

Technická příprava výroby (TPV) může být definována jako soubor činností a operací technicko-organizačního charakteru soustředěného na vyhotovení konstrukční, technologické a projektové dokumentace a dokumentace potřebné k sestavení technického zařízení výrobního procesu. Jedná se o požadavky vyplívající ze záměru technického a hospodářského plánování, managementu a marketingu.

Z pohledu dnešního nastavení je nutné, aby TPV určovala taková konstrukční, technologická a projektová řešení, která zajistí nejvyšší možné využití materiálu, energie, pracovníků a současně omezí prodlevy mezi průběžnými dobami výroby. V praxi se jedná o vzájemnou souhru mezi vazbami jednotlivých úseků TPV a lepší spolupráci v návaznosti při zhotovení dokumentace.

Nároky pro moderní chápání TPV jsou:

- Těsná kooperace jednotlivých útvarů – přesné vymezení obsahu i rozsahu jejich náplně práce.
- Skupinovým zpracováním jednotlivých etap TPV.
- Rozčlenění projektových skupin v rámci procesních požadavků se zaměřením na jednotlivé zakázky nebo provozní úkoly.
- Použití principu simultánního inženýrství.

- Použití principu štíhlé výroby (Lean production – LP) se zaměřením na eliminaci plýtvání a zbytných ztrát zdrojů, od pořizovacích nákladů na suroviny po expediční náklady.

Štíhlá výroba bývá zpravidla prováděna ve čtyřech etapách:

1. Kontinuální snaha o zefektivnění všech oblastí logistického řetězce KAIZEN (subdodavatel – výrobce – zákazník), zejména snížení výrobních nákladů, zkrácení průběžné doby na výrobu, zlepšení pracovního prostředí.
2. Soustředění na místa, která jsou stěžejní pro kvalitu, konkurenceschopnost, perspektivnost, produktivitu, náklady atd.
3. Vylepšit strukturu materiálových a datových toků tzn. prevence nechtěných ztrát z organizačních nedopatření.
4. Snížení skladových a zásobních kapacit a tím redukovat logistické náklady. To vede k uvolnění oběžných finančních prostředků. [1]

Tyto kroky vyžadují následující:

- Určení firemních činností nutných pro výrobu.
 - Specifikaci činností, které přispívají vyšší přidanou hodnotou bez růstu nákladů.
 - Zaměřit se vztahy v oblasti logistického řetězce (od subdodavatele po zákazníka).
- [1]

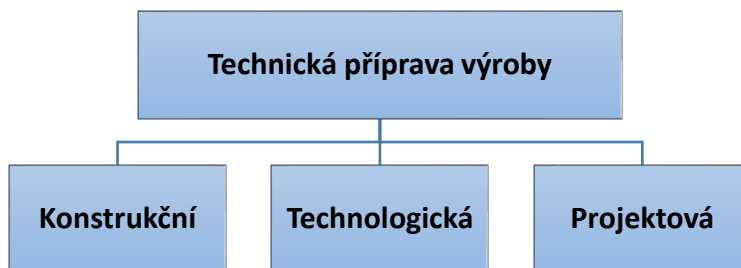
Jakost, rychlost a celistvost konstrukčních, technologických a projektových podkladů v TPV se odvíjí od:

- Podmínek časové a obsahové struktury určitých obvodů a jejich specializace a fází zpracování.
- Kvalitě a množství vstupujících datových celků pro TPV.
- Míry využití vědecko-technických vědomostí.
- Materiálně technických okolností, úrovně automatizace a zapojení daných oddělení TPV.
- Typu výroby (kusová až sériová).
- Složitosti výrobků atd. [1]

TPV je element komplexního systému. Koloběh se odehrává ve čtyřech fázích:

1. Výzkum.
2. Technická a materiální příprava výroby.
3. Organizace řízení výroby.
4. Výrobní proces. [1]

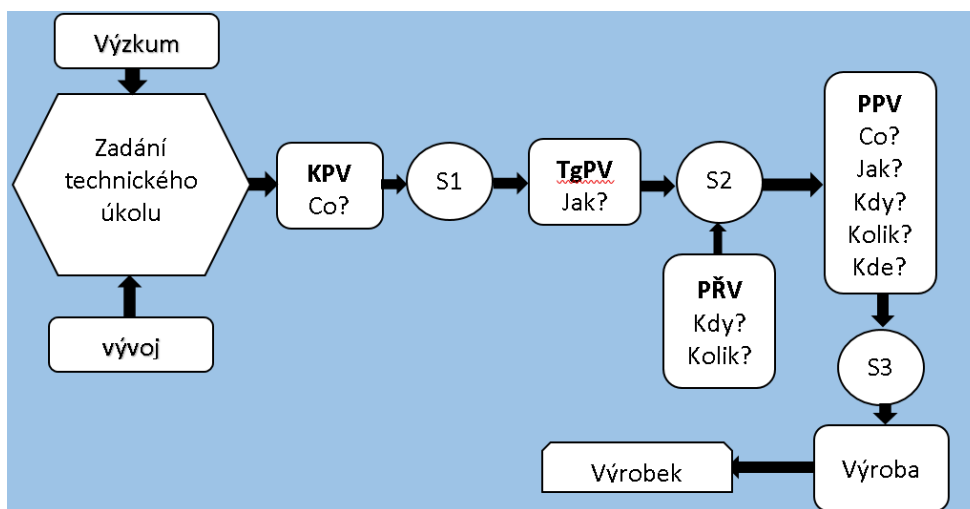
TPV lze jinak také dělit na 3 okruhy:



Obrázek 3 - Členění TPV [1]

Tvorbu kvalitního výrobku nelze zjednodušit pouze na práci konstruktéra. Měl by být výsledkem společného úsilí všech oddělení výroby. V projektování je v poslední době kladen zejména důraz na spolupráci oddělení nejen uvnitř podniku, ale i s jeho externími partnery (subdodavatelé, zákazníci).

Na obrázku 2 lze vidět zjednodušenou formu TPV zobrazující spolupráci S1-S3 jednotlivých oddělení. S1 a S3 skládající se ze dvou částí, S2 tvoří části tři. Dále vidíme konstrukční přípravu výroby (KPV), technologickou přípravu výroby (TgPV), projektovou přípravu výroby (PPV), plánování a řízení výroby (PŘV) a konečnou výrobu.



Obrázek 4 - Zjednodušený model technicko-organizační přípravy výroby [1]

Z pohledu technologického projektování můžeme postup přípravy výroby členit na dvě větší etapy. První z nich se zabývá souvislostí mezi věcnou a profesní stránkou výrobního procesu tzn. co se má vyrábět a jak se bude vyrábět.

Druhá fáze řeší souvislosti mezi časovou a prostorovou stránkou výrobního procesu. Tzn. kolik čeho vyrobit, kdy to vyrobit a kde se bude vyrábět. To spočívá v analýze informací z první etapy (konstrukčně technologické). Např.: co nejvyšší využití času a výkonu zdrojů, které jsou k dispozici pro výrobní proces, maximální snížení průběžných dob výroby a zlepšení flexibility kompletního výrobního procesu.

Jde o sekundární optimalizaci s úkolem připravit technicko-organizační varianty, které splňují požadované nároky. Např.: profesním, kapacitním, nákladovým pocházející z KPV, TgPV, PPV a PŘV. Ty jsou potřeba na řízení výrobního procesu v aktuálním čase, a proto má S2 klíčový význam. Zajišťuje spojení mezi primární a sekundární optimalizací. Primární i sekundární optimalizace vyžaduje souvislou spolupráci v bodech S1-S3. Pomocí S2 jsou navázána data. [1]

3.6. Technologická příprava výroby

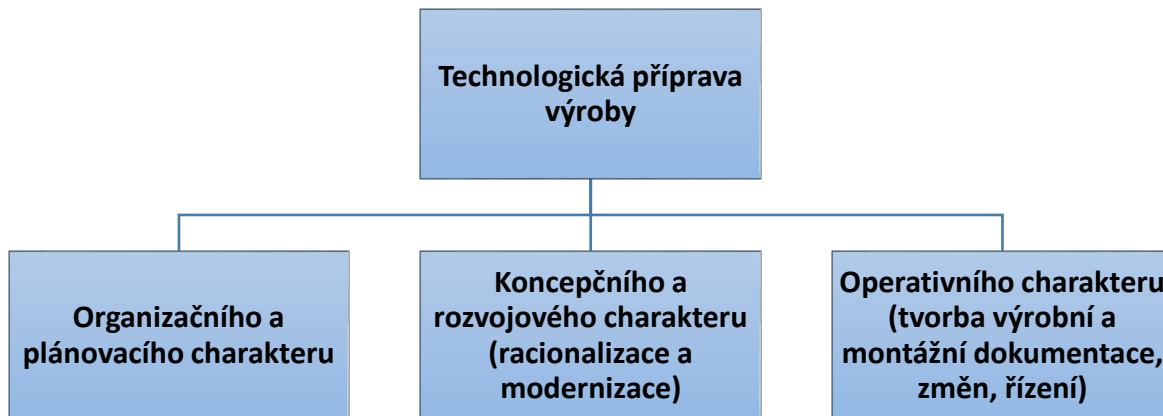
Technologickou přípravu výroby lze označit za shrnutí technicko-organizačních činností a opatření sloužících ke zhotovení výrobní dokumentace a vstupních dat potřebných pro materiální vybavení výrobního procesu nářadím a přípravky. Informace pro realizaci, plánování a řízení výrobního procesu z pohledu použitých technologií, měření, uspořádání výroby a ekonomické stránky práce se nalézají ve výrobní dokumentaci (dále VD).

Hlavním cílem TgPV je:

- Rozklad součástkové základny při aplikaci veškerých podob standardizace.
- Volba co nejlepších polotovarů z pohledu druhu, tvaru, rozměrů a využití materiálu.
- Stanovení počtu a pořadí technologických, manipulačních a kontrolních operací ve výrobě i na montáži.
- Volba co nejvhodnějších strojů a zařízení, nástrojů, přípravků, měřidel apod.
- Stanovení spotřeby materiálu a energie, pracovních podmínek, časových norem pro určité operace, součástky nebo celé výrobky.
- Konstrukční a technologickou přípravu (speciální nástroje, přípravky).

- Vyhotovení a záznam změnového řízení na všech úrovních VD.
- Shrnutí, evidence a archivace VD. [1]

Vyjmenované činnosti TgPV lze rozdělit do tří větších skupin následovně:



Obrázek 5 - Charakter činností oddělení TgPV [1]

Z podrobnějšího náhledu na práci TgPV lze říct, že maximální požadavky na schopnosti TgPV jsou zaměřeny na přípravu výrobních podkladů přibližně 70-80 % z celkové náročnosti. Především jde o kompletaci výrobních a montážních návodů a výpočty materiálových a výkonových norem. Velký objem prací je možné algoritmizovat prostřednictvím logických operací (např. stanovení operačních přídavků, určení sledu operací, kalkulace řezných podmínek a časových norem atd.) a lze je mechanizovat nebo automatizovat.

Rozpětí a náplň VD, zpracovávané útvarem TgPV se odvíjí od sériovosti a opakovatelnosti výroby, dále od její složitosti a přesnosti, stupni mechanizace VP a stupni mechanizace práce TgPV.

TgPV se soustředí zejména na data potřebná pro:

- Realizaci vlastního VP – výrobní a montážní postupy, schémata, návody.
- Materiálně technické zásobování (technicko-hospodářské normy – THN).
- Realizaci pomocného a obslužného procesu – postupy na výrobu nářadí, přípravků nebo manipulaci s materiálem.
- Plánování a řízení VP – data technicko-ekonomického charakteru nacházející se zejména v THN.
- Zhodnocení VP – odhad výrobních nákladů.

Tyto údaje se předávají dokumentačním stykem skrze:

- Kompletní výrobní a montážní postupy a operační návodky.
- Montážní schémata.
- Technicko-hospodářské normy. [1]

3.7. Projektová příprava výroby

Projektová příprava se zabývá časovou a prostorovou strukturou z pohledu žádaných záměrů technologického projektu. Definuje proporcionální spojitosti mezi složkami výrobního systému s ohledem na časové a prostorové požadavky pracovních, technologických, manipulačních, kontrolních a jiných aktivit důležitých pro realizaci racionálního VP.



Obrázek 6 - Práce technologického projektování v rámci rozborové etapy [1]

Činnosti na obrázku 6 vycházejí z výchozího informačního souboru (soubor výrobních výkresů, podsestav, sestav, soubor výrobních postupů a výrobních plánů). Rozborová etapa obsahuje členění součástkové základny, rozbor stávající technologie výroby či rozbor kapacitních nároků.

Pro vypracování úkolů PPV je dobré nasazení pracovního týmu dle charakteru úlohy a práci vykonávat souběžně a ne postupně. Tímto postupem lze získat několik výhod například

zkrácení průběžných časů při vypracování projektu, zvýšení kvality projektu nebo efektivity VP. [1]

3.8. Proces plošného tváření

Kovové výlisky jsou používány ve velikém spektru případů. Jestliže se aplikuje lisování na dostatečné množství výrobku, pak se jedná se o velice levnou a rychlou technologii. Především se zpracovávají plechy. Méně potom dráty a tyče.

3.8.1. Technologičnost výlisků

Lisování je uplatňováno nejvíce ve velkosériové a hromadné výrobě a materiál tvoří hlavní položku nákladů. Volíme co nejlevnější materiál, který umožní nasazení levné technologie.

Kvalitu ohýbání ovlivňuje:

- Nepřesnost úhlu ohybu.
- Nepřesnost umístění oblasti ohybu.
- Deformace průřezu v oblasti ohybu.
- Porušení materiálu na vnější straně ohybu.
- Deformace ramen poblíž oblasti ohybu.
- Zpevnění materiálu v oblasti ohybu vyvolané tvářením za studena.

Přesnost ohýbání závisí na:

- Tvaru a velikosti výpalku.
- Stejnorodosti mechanických atributů původního materiálu.
- Rovnoměrnosti tloušťky plechu.
- Množství ohybů.
- Typu a přesnosti lisu.
- Použití kalibrace při ohraňování. [7]

3.8.2. Druh nástroje a volba lisu

Lisovací nástroje nebývají, ale mohou být univerzální. Pro jeden typ výlisku se používá i více nástrojů. Úkony vedoucí k vyhotovení součásti mohou být provedeny na několika

jednotlivých nástrojích nebo na jednom sloučeném nástroji. Technolog lisovny musí rozumět i konstrukci nástrojů.

Volbu lisu ovlivňuje kombinace operací, velikost a tvar součásti, počet vyráběných kusů, rychlost výroby, typ a tloušťka polotovaru.

Nejdůležitější aspekty při volbě lisu:

- Typ stroje a jeho zdvih musí splňovat požadavek technologické operace.
- Síla stroje odpovídá nebo je větší než požadovaná tvářecí síla.
- Výška pracovního prostoru musí být dostatečná pro vložení a manipulaci s nástroji a vkládání a vyjímání výrobků.
- Počet zdvihů stroje musí splňovat požadovanou produktivitu.

U hydraulického lisu působí síla rovnoměrně po celou dobu pracovního zdvihu. Má lehce nastavitelnou výšku zdvihu a lze u něj nastavovat rychlost. [7]

V kapitole o výrobním procesu je mimo obecných definic obsaženo navržení, rozklad, určení počtu a pořadí operací výrobního procesu. Důležité je také dělení technické přípravy výroby na konstrukční, technologickou a projektovou část a model technicko-organizační přípravy výroby. V této části o výrobním procesu je obsaženo také dělení technologické a projektové přípravy výroby. Nakonec kapitola pojednává o technologii plošného tváření, kde popisuje technologičnost výlisků včetně volby nástroje a lisu.

4. Studium spotřeby času ve výrobním procesu

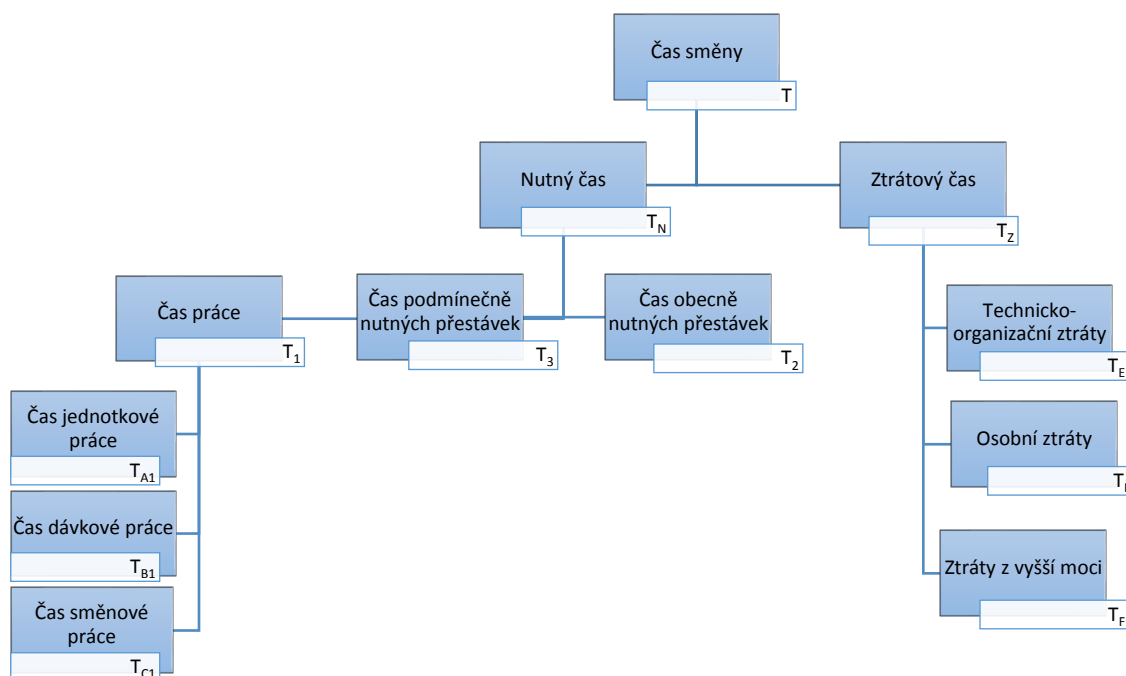
Pro správné provedení optimalizace výrobního procesu je nezbytná analýza spotřeby času, která je ukazatelem kvality organizace práce a technicko-organizační stránky technologických i pracovních metod. Zmíněny budou také metody zkoumání a měření času.

Časovou náročnost hodnotíme dle:

- Pracovní síly (operátor) – snímky práce, pracovního dne, jednotlivce nebo skupiny.
- Výrobního prostředku – snímky strojů při hledání úzkoprofilových strojů.
- Pracovního předmětu – tok materiálu výrobou, analýza logistiky atd. [1]

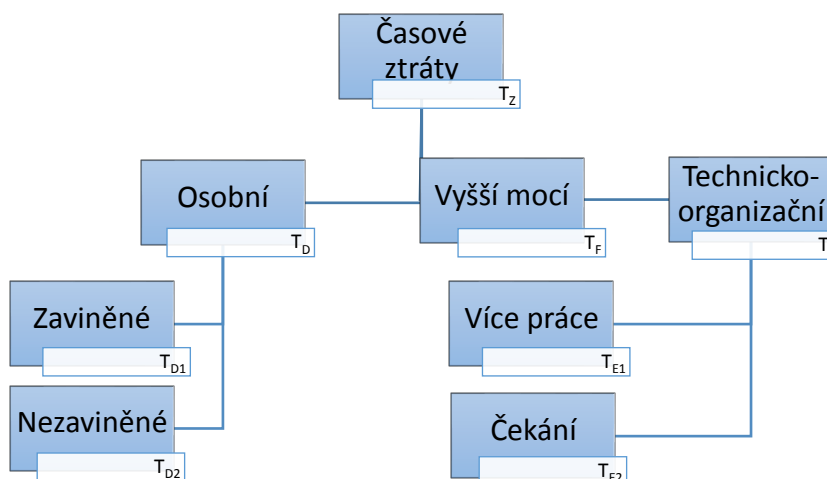
4.1. Dělení časů a ztrát

Třídění časů do skupiny je nutné z důvodu např. organizace práce, odměňování pracovníků či zjišťování rezerv. Základní skupiny jsou dány jak prací samotnou, tak i přestávkami, které nastávají z rozdílných příčin. Třídění se zaměřuje především na separaci časů nutných a zbytečných z pohledu vykonávané činnosti. Základní dělení viz obrázek 7. Při podrobnějším členění je třeba znát, že velké písmeno T značí souhrn všech příslušných časů ve směně a malé t potom úhrn příslušeného času v normě.



Obrázek 7 - Zjednodušené rozdělení dějů a spotřeb časů pracovníka [1]

Ztráty jsou pro nás časové rezervy, které lze proměnit v produktivní čas a tím zvýšit produktivitu práce. Zbytečný čas může mít na svědomí pracovník nebo může vzniknout z technicko-organizačního důvodu nebo z vyšší moci. Podrobnější dělení ztrát popisuje obrázek 8.



Obrázek 8 - Třídění ztrát ve směně [1]

Zaviněné ztráty mohou vznikat z důvodu nepřítomnosti pracovníka na pracovišti nebo opravami zmetků. Nezaviněné pak může způsobit například krátkodobé ošetření nebo nevýrobní porada. Více práce se člení na stroj, nástroj a přídavek na obrábění. Čekat se může z technických důvodů (porucha) nebo z organizačních (čekání na materiál). [1]

4.2. Metody měření časů

Při racionalizační práci lze využívat různých metod. Ty se dají rozdělit na rozborové a sumární. Z rozborových se většinou dozvíme objektivní spotřebu času a tím získáme přesný časový standard. Rozborové metody dělí prvky operace na jednotlivé úkony, sledy pohybů, pohyby, a to zejména pomocí výpočtu na PC. Sumární metoda dává spotřebu času nepřesnou tzn. technicky nezdůvodněnou. Lze ji chápat jako dočasnou normu.

Do rozborových metod patří:

- Metoda rozborově výpočtová – dle schválených normativů nebo databází.
- Metoda rozborově porovnávací – technický rozpočet na základě porovnání částí operace pro podobné výrobky.
- Metoda rozborově chronometrážní.

- Metoda kombinovaná.
- Výpočet s použitím autorizovaného a verifikovaného programu na PC, který nejčastěji využívá metody rozborově výpočtové s pomocí databází.

Technické postupy, pomocí kterých je práce zkoumána, ale i měřena se označují jako snímkování práce. Mají skutečnou výpovědní hodnotu o jejím průběhu. Dokumentace ať písemná, či elektronická se nazývá pracovním snímkem.

4.2.1. Snímky operace

Snímku operace předchází jeho příprava. V té se vyhodnocuje rozsah, složitost a např. plánovaný počet pozorovaných pracovníků. Dále následuje pozorování a měření. Snímky operace se zaměřují na určitou opakující se operaci výrobního procesu. Přitom dochází ke zhodnocení obsahu (norma pracovního postupu) a doby trvání daných pracovních úkonů, které operace obsahuje.

Rozborově chronometrážní metody si kladou za cíl nashromáždění materiálů k organizaci práce, pracoviště, logistiky, časových normativů i standardních časů analyzované operace.

Analýza snímku končí rozbohem a vyhodnocením naměřených údajů, popř. navržením technicko-organizačních optimalizací pro dané pracoviště.

Při práci lze použít tyto varianty snímků:

- Klasický snímek operace s použitím chronometru (tam kde je pravidelný sled úkonů výrobní dávky).
- Snímek operace pracovního týmu (tam kde jsou krátké úkony).
- Snímek průběhu práce (tam kde se mění pořadí úkonů vybraných operací).
- Filmový záznam (videozáznam) – umožňuje přesnější rozbor práce.
- Využití registračních přístrojů (např. Symodat, Unidat), díky kterým lze určit i směrodatné odchylky nebo přesnost měření.

Hlavní výhodou rozborově chronometrážní metody je možnost důkladného zkoumání pozorované operace, včetně navržení technicko-organizačních zlepšení. [3]

Při studiu spotřeby času jsme se dozvěděli, že základní myšlenkou je rozdělení času na nutný a ztrátový. Časový rozklad je klíčový pro optimalizaci, ale také pro oceňování a

normování práce. Je třeba dbát na správné množství přestávek a rozdělovat ztrátové časy dle jejich příčin. Důležitou metodou zkoumání práce je rozborově výpočtová a snímkovácí metoda videozáznamu.

5. Optimalizační metody

V následující části bude pozornost věnována optimalizacím. Nejdříve bude rozebrán pojem racionalizace včetně historie a vzniku myšlenek zásobování „Právě včas“ a „Štíhlé výroby“. Následovat budou jednotlivé konkrétní racionalizační přístupy s převažující metodou předem stanovených časů.

5.1. Racionalizace

Počátky optimalizace práce sahají do přelomu 19. a 20. století, kdy F. W. Taylor vyslovil základní předpoklady pro úspěšnou optimalizaci:

- Všechny pracovní činnosti je třeba rozebrat na elementární pracovní pohyby. Vytvořit pohybovou a časovou studii a na základě nich vylepšovat pracovní podmínky a zdokonalovat pracovní metody.
- Neúkolovat dělníka přípravnými a pomocnými pracemi. Místo toho určit na vedlejší práce specializované dělníky, kteří budou pracovat rychleji a lépe.
- Volit správné dělníky dle jejich kvalifikace a odpovědnosti a provádět školení. [3]

Klíčovým aspektem pro výběr nejvhodnějšího způsobu řešení se ukázala spotřeba času. Zároveň je třeba sledovat důvody časových ztrát. Kolem roku 1920 se racionalizační myšlení začalo šířit napříč vyspělým světem. Dnes jde snaha o optimalizace daleko hlouběji až ke vztahu: subdodavatel – výrobek – zákazník.

Racionalizace je věda o racionálním řešení úkolů, která obsahuje cílenou a systematickou práci. Ta se rozřazuje a objektivně hodnotí veškeré činnosti ve výrobním procesu i ty s ním související. Předkládá taková řešení, aby byl zvýšen technicko-organizační stupeň všech činností, které se podílejí na uskutečnění řešeného úkolu.

Nejdůležitějším středobodem optimalizace je zamezení plýtvání ekonomickými zdroji od prvotního nákupu materiálu po finální expedici, jak v přípravě, tak ve vlastní výrobě. Tento koncept vyústil v princip „Just in time“ (zásobování právě včas) a „Lean production“ (štíhlá výroba). [3]

Myšlenka just in time (JIT) byla poprvé vymyšlena a zavedena firmou Toyota Motor Corporation pod vedením Toyota Production System. Jejich cílem bylo umožnit výrobu

širokého spektra konečných výrobků v rozumném čase a s efektivně využitými vynaloženými zdroji. Tak aby byla výroba synchronizována s logistikou materiálů a komponent, bez nutnosti udržování rozpracované výroby a skladu s hotovými výrobky. V sedmdesátých letech minulého století se systém JIT vyvinul ve velice úspěšnou konkurenční výhodu. Toyota si mohla dovolit zvýšit kvalitu a produktivitu s nižšími náklady, než bylo zvykem u tradičních sériových produkcí. Postupně se koncept od TMC a jejích dodavatelů rozšířil k dalším japonským výrobcům a během osmdesátých let si získal světový zájem. Po vystřídání různých termínů se ujal název Just in time.

Rozsáhlejší konceptualizace výroby na světové úrovni se nazvala Lean production neboli štíhlá výroba. Termín štíhlé výroby byl poprvé představen Johnem Krafcikem v roce 1988 a v roce 1990 se objevil v knize *The Machine That Changed the World*. Tato publikace představuje výsledek studie na MIT, která shrnovala nejlepší praktiky japonských automobilek a dalších továren po celém světě. Štíhlá výroba je štíhlá proto, že používá polovinu zdrojů (práce, pracovního prostoru, investic, spotřeby času atd.)

Podstata štíhlé výroby by se dala shrnout do čtyř bodů: štíhlá továrna, štíhlá síť dodavatelů, štíhlý vývoj výrobků a vztahy s obchodníky a zákazníky. Z těchto aspektů se skládá původní jádro myšlenky a lze ji považovat za ekvivalent k JIT, který byl představen dříve. Může být také považována za rozšíření JIT, které se zabývá organizací vně a uvnitř podniku. Je zajímavé, že prvky studie MIT se objevovali v automobilce Toyota již v padesátých letech.

Myšlenka JIT a štíhlé výroby jako proces racionalizace toků, redukce výrobní dávky a přesunování pracovních sil mezi pracovišti dle potřeby se ukázala jako aplikovatelná na širokou škálu výrobních prostředí. [4]

Po shrnutí tohoto pojetí do několika bodů, nám vychází:

- V rámci konkurenčního boje postupné zlepšování vedoucí ke snížení výrobních nákladů, zkrácení průběžné doby výroby, tak aby byl zákazník spokojen. Ve světě se objevují různé mutace filosofí s tímto stejným cílem např.: v Japonsku Kaizen (Kai – změna, Zen – zlepšení), v Německu KVP (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess) nebo v USA CIP (Continuous Improvement Process) aj.
- Soustředění pozornosti na místa s klíčovým vlivem na kvalitu. Zde se často hovoří o strategii vedoucích pracovníků nazývané GEMBA.

- Optimalizace systému materiálových a informačních toků. Na tuto problematiku je zaměřena strategie 3MU zahrnující japonská slova Mura, Muda, Muri. Mura – nevyrovnanost materiálových toků, Muda – příčiny vzniku ztrát (uspořádání pracoviště, vysoké procento zmetků), Muri – neopodstatněné vícepráce zatěžující pracovníka.
- Minimalizace velikosti skladových zásob, logistiky, skladování a manipulace za cílem uvolnění financí jinak vázaných v zásobách. [3]

Ztrátou rozumíme neopodstatněné užití zdrojů (materiál, energie, výrobní plocha).

Plýtvání je nadměrné užití zdrojů neodpovídající reálné potřebě pro zajištění výrobního procesu (kvality, množství). Mezi nejčastější příčiny ztrát a plýtvání se řadí:

Tabulka 2 - Nejčastější důvody plýtvání a ztrát [3]

	Plýtvání	Ztráty
1.	Nadvýroba	Prodlevy kvůli poruchám
2.	Čekání	Čas na seřizování strojů
3.	Zbytečná manipulace	Přestávky provozu
4.	Nevhodný výrobní postup	Kapacitní možnosti strojů
5.	Vysoké zásoby	Kvalitativní ztráty
6.	Zbytečné pohyby	Náběhy, zkoušky

Nejvýznamnější úspory lze nalézt v materiálu a surovinách, konstrukčně-technologickém řešení výrobku, spotřebě energie, manipulaci, skladování, přepravě, časovém uspořádání funkčního a výkonového využití pracovních sil a strojů, využití výrobních ploch a podmínkách pracoviště.

Na závěr této kapitoly lze říci, že co nepřispívá ke zvyšování kvality, konkurenceschopnosti a ceny výrobku, produktivity a efektivnosti výrobního procesu nebo snížení průběžné výrobní doby je ztrátou. [3]

5.2. Metoda MTM

Každý podnik se snaží o co nejlepší využití pracovních sil, jejich úsporu, usnadnění přípravy výrobního postupu a v neposlední řadě o zvýšení produktivity a snížení nákladů.

Tyto snahy vedly ke vzniku a rozvoji metody MTM, která se postupně začala využívat ve všech vyspělých světových ekonomikách. Jedná se o metodu, která pomocí velmi detailních rozborů, rozkládá procesy na jednotlivé pracovní operace a nahrazuje zbytečné nebo nevhodné pohyby vhodnějšími a jednoduššími. Tím se zjednoduší pracovní postup a lze ho následně použít i jako vzorovou ukázkou pro nové postupy.

MTM (Methods-Time Measurement = měření časů pracovních postupů) se řadí mezi systémy s předem stanovenými časy. To znamená, že časy veškerých pohybů, ze kterých je pracovní operace složena jsou již předem zmapovány a zaznamenány ve speciálních tabulkách.

Díky tomu není třeba měřit časy stopkami, které je poměrně nepřesné a neobjektivní. Tabulkové časy jsou tím pádem určité technicky opodstatněné normy. Zavádění programu MTM je především ze zahraničních zkušeností poměrně náročné a nákladné, v případě dodržení všech doporučených úkonů a postupů se dlouhodobě vždy vyplatí a přináší zpravidla zvýšení produktivity alespoň o 20 %.

5.2.1. Historie MTM

V průběhu 18. století rostla snaha továren o co nejvyšší využití pracovních sil dělníka. Začali se objevovat první měření pracovních časů. První průkopníci se objevili ve Francii a Anglii, když se snažili o standardizaci výroby napínáčků a špendlíků. Dále se objevovaly myšlenky zkoumající dovolený čas na práci, čas určený pro odpočinek a snaha o racionální prostorovou úpravu pracoviště v manufakturách. V dnešní době bychom použili termín layout.

Důležitým mužem v tomto odvětví se stal Frederik W. Taylor, který je ikonou v oblasti vědecké organizace práce. Vyústěním jeho celoživotní práce se staly 4 hlavní zásady.

1. Použití vědeckých principů skrze všechny oblasti lidské práce, a to až na úroveň nejmenších prvků. Odstoupení od dřívějšího zažitého měření od oka.
2. Zvolení a zaučení pracovníků pro speciální operace a tvorba vzorových metod. Čímž se odstranila dosavadní benevolence, kdy si dělník určoval pracovní postup podle svého uvážení.
3. Souhra mezi vedením firmy a dělníky vycházející z vědeckého rozmachu tovární výroby.

4. Rovnoměrnější rozdělení práce a odpovědnosti jak u vedoucí složky, tak u manuálně pracujících dělníků. Kterým byla nastavena nová forma odměňování práce vycházející z norem. [2]

Za zmínku stojí také manželé Frank a Lillian Gilbrethovi, kteří ze svých celoživotních studií vytvořili „principy ekonomie pohybu“, v nichž zachytili opakující se pracovní úkony. Jejich výzkum sledoval jednotlivé elementy pohybů, které se analyzovaly jednak zvlášť a jednak vzájemně. Poté se odstranili veškeré zbytečné pohyby a upravilo se pracoviště do co nejvíce vyhovující podoby, což vedlo ke snížení celkového spotřebovávaného času. Jejich prvenství se dá přiřadit k použití filmové kamery, kterou využili k rozboru a k ukázání, že určité pohyby jsou stejné a opakují se.

Postupem času došlo k rozdělení na dva směry. První představovaný Taylorem, to znamená časová studie a druhý zastoupen Gilbrethovými, kteří reprezentovali tzv. pohybovou studii. Tyto směry se však u různých autorů prolínají a doplňují. Jejich cílem je vždy dosažení co nejlepšího pracovního postupu.

5.3. MTM-1

Základní metodu MTM, jenž se vyznačuje vysokou mírou podrobnosti a tím i časovou náročností, doplnila časem metoda MTM-1. Její uplatnění se ukázalo jako vhodné pro hromadnou a velkosériovou výrobu. Dala také základ vyšším stupňům, které využívají předem stanovené časy pro delší časové operace. Nebo jsou specializovány na konkrétní typy výroby a činnosti. [2]

5.4. MTM-2

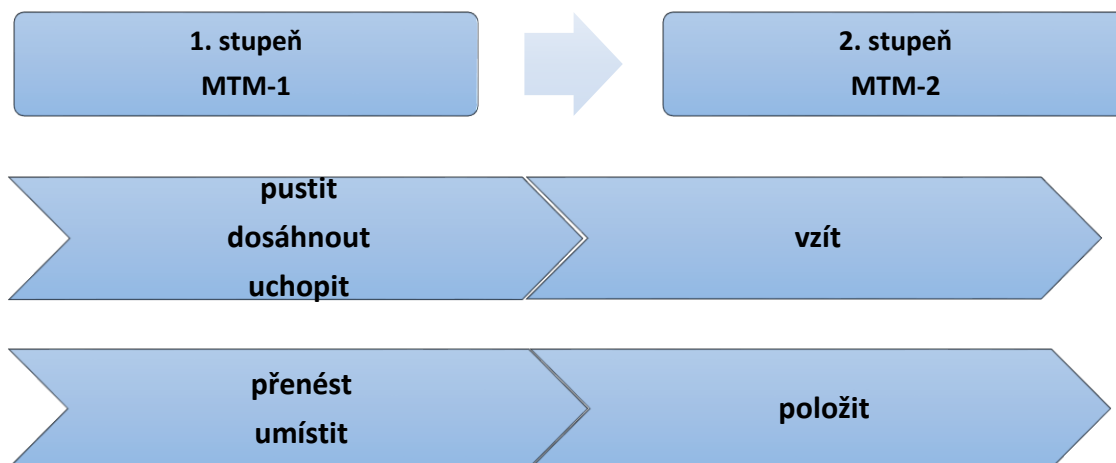
V roce 1965 byla vyvinuta zjednodušená forma MTM-2. Díky tomu došlo k významnému zvýšení její použitelnosti. Navíc byla práce strukturována na podrobnější celky jako údržba nebo kancelářská práce, což umožnilo rychlejší a snadnější standardizaci časů.

5.4.1. Předem stanovené časy

Z anglického predetermined time standards (PTS) nebo také predetermined motion time systems (PMTS) vychází metodologie usilující o definici časů potřebných pro různé pracovní

úkony. A to nepřímo bez jakéhokoliv pozorování a měření. Pro správnou aplikaci této metody je třeba zaškolení a trénink.

PTS postupuje tak, že sjednocuje několik základních pohybů do jedné větší skupiny (viz obrázek 9).



Obrázek 9 - Princip metody MTM-2 [5]

5.4.2. Časové jednotky

MTM systémy používají vlastní časovou jednotku tzv. time measurement units (tmu), které představují jednu stotisícinu hodiny nebo jednu dvacetiosminu sekundy. Jsou to hodnoty časů, které byly převážně získané z videoanalýz z velké škály průmyslových operací. [5]

5.5. Sekvenční pohybové studie (MOST)

Ve spojených státech byla představena Maynardova metoda sekvenčních operací (Maynard Operation Sequence Technique – MOST) vypracovaná švédskou odnoží firmy H.B. Maynard and Comp., Inc na základě rozšíření metody MTM. MOST využívá fyzikální definice práce jako síly násobené dráhou. Hlavním zkoumaným jevem je zejména přemísťování předmětů. Dá se říci, že jde o modely používané metodou MTM-2 vybrané a upravené do sekvencí.

Z toho vznikají základní čtyři sekvenční modely MOST:

- Obecné přemístění – volný, prostorový pohyb.
- Řízené přemístění – popis pohybu předmětu, který se dostane do kontaktu s jiným předmětem.
- Použití nástroje – použití klasického ručního nářadí.

- Použití jeřábu – přemísťování těžkých předmětů. [3]

Úvodní část kapitoly je věnována vzniku myšlenky „Lean production“ a „Just in time“. Dále kapitola rozebírá termín racionalizace a popisuje optimalizační metody. Popisuje jejich historii, vývoj a principy. Pojednává o metodě MTM, její odnoži MTM-2 a zmiňuje alternativu v podobě metody MOST.

6. Softwarová podpora v podniku

Použití počítačového programu jako nástroje k řešení jakékoliv problematiky je v dnešní době téměř automatickou volbou. Tato kapitola se zaměřuje na komplexní řešení při nasazení informačních systémů ve firmě a poté představuje konkrétní zástupce softwaru sloužící k optimalizaci a simulaci výroby.

6.1. Využití PC softwaru k optimalizaci výroby

Výběr softwaru není pro firmu jednoduchým úkolem. Každé výrobní oddělení má své specifické vlastnosti. V dnešní době jsou nároky na TPV jak z pohledu kvality, tak množství informací čím dál větší. Současně se zvyšují nároky na jakost výrobků, roste snaha o uplatnění mechanizace a automatizace výrobních procesů. A zároveň se objevují nové formy organizace, plánování a řízení výroby.

Tempo uplatňování nových technicko-organizačních metod do výroby se odvíjí od rozvoje ve strojírenském oboru. Do budoucna je třeba zajistit:

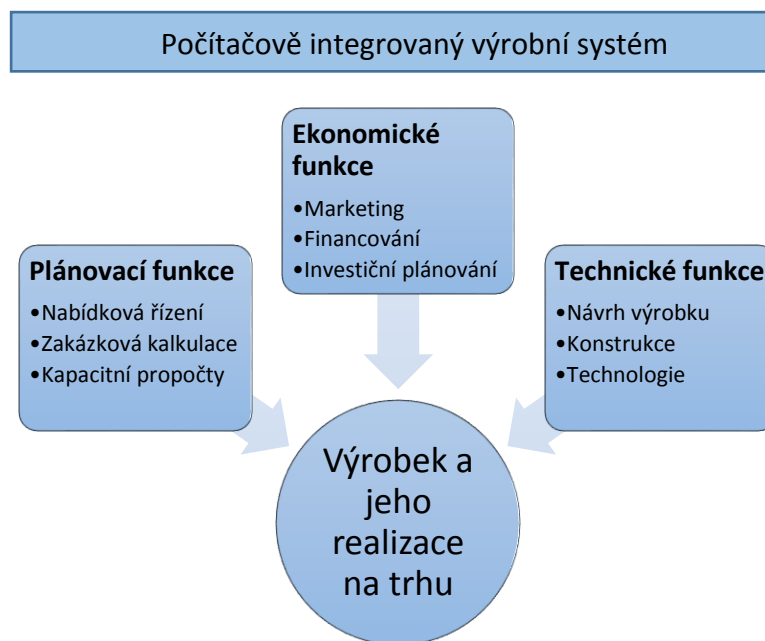
- Růst objemu vylepšení výrobků v souladu s racionalizací a modernizací výrobních procesů.
- Růst kvality výrobků v zájmu jejich exportu.
- Růst sériovosti a efektivnosti produkce pomocí používání metod standardizace (výrobky, montážní celky i součásti).
- Zkrácení průběžných dob výroby apod. [1]

V řadě případů je nedostatečný systémový a komplexní postoj k řešené oblasti. Nejde jen o odstranění chyb a duplicit, ale o vyprodukování poměrů pro integraci a specializaci samotných výrobních procesů.

Jedním z nástrojů pomáhajících TPV k dosažení těchto cílů je aplikace programu CIM – Computer Integrated Manufacturing (počítačem podporovaná výroba). Tento systém staví na odklonu od vypracovávání jednotlivých úloh k začlenění a celistvému řešení projektu jako jednoho kompletu ve společných relacích. Výstupem CIM by měla být digitalizovaná podoba informačních kanálů. Ty dohromady dávají nástroje rozhodovacích, sledovacích a vyhodnocovacích funkcí, kterými lze optimalizovat VP i finální výrobek.

Je třeba na CIM nahlížet jako na nástroj, který dokáže:

- Vyjádřit veškeré rozhodovací a procesní aktivity VP pomocí dat.
- Vytvářet, přenášet, používat a skladovat data pomocí počítačů (PC).
- Společně spojovat a využívat datové soubory informací u různých uživatelů například při shromažďování podkladů pro VP včetně plánování a managementu jakéhokoliv výrobku. [1]

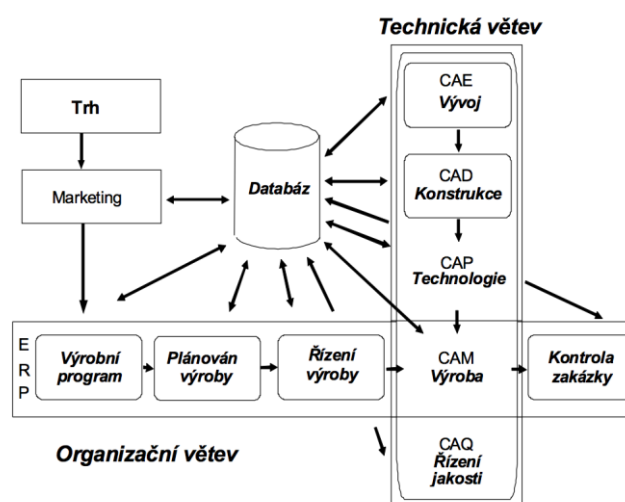


Obrázek 10 - Zjednodušené ideové schéma integrovaného výrobního systému (CIM) [1]

CIM představuje technologii automatické výroby, ve které je napříč celou strukturou využívána počítačová podpora. Díky ní je snadnější optimalizovat procesy ve všech oblastech od návrhu výrobku po prodej. CIM usiluje o to mít materiál, informace a zdroje na správném místě ve správný čas a ve správné kvalitě. CIM je tvořen zejména CA systémy, ty existují v různých variantách. V kategorii návrhu (CAD), vývoje (CAE), technologie přípravy výroby (CAP), výroby (CAM), montáže (CAA), testování (CAT), kvality (CAQ) aj. Nasazení těchto systémů obnáší práci s dalšími informačními systémy, které vše koordinují a vytvářejí souhru napříč celou výrobou. Tyto systémy se nazývají ERP a mezi nejznámější zástupce patří SAP. ERP zajišťuje přístup k důležitým informacím a možnost koordinace výroby dle poptávky. Vztahy mezi CA a ERP ilustruje obrázek 11. [16]

Tabulka 3 – CA systémy s konkrétními zástupci

Firma	Produkt	CA systém
Autodesk	Inventor	CAD
Siemens PLM software	Femap	CAE
Delcam	PowerMill	CAM
Dimensional control systems	CAA V5	CAA
Shift	Computer aided test	CAT
Guardus	Guradus MES	CAQ



Obrázek 11 - Propojenost systémů CA a ERP [16]

6.1.1. Druhy softwarové podpory

Softwarovou podporu pro řízení nebo optimalizaci dnes nalezneme v nějaké formě téměř v každém podniku. Může pomoci kvalitě, produktivitě i efektivnosti. Je důležité najít a zvolit optimální řešení softwarové podpory pro udržitelnost inovací a nepolevovat v dodržování zásad.

ERP – Enterprise Resource Planning

Pro podnik je jednou z nejdůležitějších věcí uchovávání a sběr dat, která lze následovně využít pro řízení jednotlivých procesů v podniku. ERP představuje systém, jenž pokrývá téměř celou oblast všech činností firmy. Počátek vzniku ERP se datuje se vznikem prvních počítačů do 60. let minulého století. [15]

ERP je pro podnik elementárním prvkem informačního systému. Zabývá se plánováním zdrojů, řízením a realizací zakázek z hlediska naplnění termínů, evidencí výrobních nákladů. Hlavní disciplínu představuje logistika a finance. Díky zavedení ERP můžeme dosáhnout zpřehlednění procesů, mít k dispozici aktuální přehled o materiálu, který můžeme použít nebo zjistit kritická místa výroby. Dále poskytuje možnost určit časy výroby s větší přesností, sběr dat pro všechny úrovně řízení či reálný přehled o rozpracovanosti zakázek a mnoho dalšího. Je však třeba myslet na to, že zavedení takového systému vyžaduje důkladnou přípravu s řádnou dokumentací pro vybudování. [16]

Mimo již zmiňovaného SAPu, se dnes používá například Oracle, Infor, Helios nebo Microsoft Dynamics.

MRP – Manufacturing Resource Planning

MRP se začal používat jako racionalizační nástroj pro řízení zásob v 60. letech 20. století v USA. Z počátku systém sloužil pouze jako informační logistická podpora skladování. Později se rozšířil dále do marketingu, účetnictví a dodavatelské evidence. Objednání materiálu probíhá bez předchozí poptávky. Na MRP lze narazit ve třech variantách MRP I – Plánování materiálních požadavků, MRP II – Plánování výrobních zdrojů, MRP III – nadstavba MRP II, která spojuje obě předchozí varianty. MRP I nahradila dřívější řízení zásob dle norem a to systémem, který objednává potřebný materiál v závislosti na reálné potřebě výroby pomocí informační techniky. Metoda je vhodná pro přerušovanou či zakázkovou výrobu. MRP II se objevila v 70. letech a umožnila propojení mezi předpovědí výroby, vyřizováním objednávek a tvorbou plánů výroby. Hlavním přínosem je snížení vázanosti prostředků až o 30 %. Výhody přináší zejména v podnicích s velkým množstvím výrobků. [16]

MRP zpravidla funguje jako doplněk ERP systému. Jako zástupce lze jmenovat Fishbowl manufacturing nebo NetSuite.

MES – Manufacturing execution systems

Systémy MES dávají v aktuálním čase přístup k datům o výrobním procesu všem, kteří se na něm podílejí. Tedy od obsluhy po management a tím je umožněno dosažení optimální možné výkonosti produkce. Aktivně předchází vzniku uzkých hrdel výrobního procesu a jiným problémům. Po jejich určení je možné modifikovat rozdělení materiálových zdrojů, přidělování výrobních zdrojů a další proměnné, tak aby se nedostatky vyřešili dříve, než

vzniknou. Systémy pomáhají také při dodržování programu správných výrobních postupů nebo při získávání certifikátů ISO 9000. Lze je nasadit jak v plně automatizovaných výrobcích, tak v kombinaci s manuálními činnostmi. Jedná se o systém vhodný pro podniky vyžadující stejnou kvalitu u velkého množství výrobků se zaznamenanou veškerou historií a s minimalizací zásob. Jako konkrétní program lze jmenovat například Wonderware InTrack. [17]

MOM – Manufacturing operations management

Jedná se o software, který je jedním z bodů při budování úspěšného digitálního podniku. Tento systém dává operátorům na lince instrukce k montáži skrze obrazovku, kde se zobrazuje podrobný pracovní postup. Zároveň kontroluje pomocí snímačů a senzorů správné provedení operací. Např. zda byly přišroubovány všechny šrouby a zda byl dodržen předepsaný moment. V případě nedokončené operace nedovolí v montáži dál pokračovat. Je tak zajištěno stoprocentní dodržení pracovního postupu. Zároveň vytváří všem součástem svůj profil se záznamy a vlastní časovou osou. Systém MOM umožňuje během několika hodin změnit výrobní procesy. Není tak příliš vhodný pro firmy se stálým portfoliem výrobků. [18]

Díky těmto systémům jsme schopni tvořit z nasbíraných dat statistiku, snadněji vybírat polotovary a nástroje nebo tvořit různé finanční shrnutí za jednotlivá období. Používání systému však nese i svá rizika v podobě možnosti ztráty dat nebo vyšších pořizovacích počátečních i průběžných nákladů.

6.2. Simulační softwary

Simulace nebo také modelování výrobních procesů a systémů v oboru technologického projektování je definováno obsahem a chováním se zřetelem na časové a funkční změny. Na simulaci může být nahlíženo jako na tvorbu pokusů s počítačovým modelem za účelem nabytí dat o dynamických vlastnostech dílčích složek (stroje, materiály, pracovní síly) nebo aktivity (technologické, manipulační).

Jako simulační model lze chápat ten, jenž při dynamice pohybů v modelovém procesu nebo systému zastupuje totožnou skladbu změn v čase. Nejčastěji využívaná je diskrétní

simulace, která znázorňuje kontinuální časový sled ve skutečném systému pořadí časových okamžiků (bodů), ve kterých se uskutečňují změny situací výrobního procesu.

Nyní se simulace stává nezbytnou součástí pro projektování a provoz, především tam, kde se dbá na flexibilitu, produktivitu, snižování výrobních časů, minimalizaci pořizovacích a výrobních nákladů. Ale i na místech, kde je sledována kvalita projektové, plánovací a manažerské práce. Aplikace se zvláště nabízí ve fázi předprojektového uchystání, kdy projekt může být již testován v období vzniku a změnou atributů odpovídat na vážné otázky týkající se realizace v praxi. [1]

Jako zástupce simulačních programů lze uvést Witness či Simulatix nebo specializované na pohybové analýzy TMU Calculator a ProKon.

6.2.1. iSC software

Software založený na myšlence common sense engineering se snaží zvýšit výrobní kapacitu za použití menšího počtu zdrojů. Řídí se zlatým pravidlem, které říká, že se nesmí měnit nic, co přidává hodnotu. Aplikací metodiky iSC tedy nemůže dojít ke změně výsledku procesu. Další výhodou je, že není třeba žádných zastávkových časů a nedochází tedy k přerušení kontinuity. Nevyžaduje žádné nebo jen minimální investice.

Metodologie iSC používá vlastní samostatně vyvinutý software, který lze uplatnit téměř všude od automobilového nebo lodního průmyslu po potravinářský. Nástroje programu iSC jsou průběžně aktualizovány a vylepšovány díky návrhům a zpětné vazbě od zákazníků. Varianta DGM je zaměřena na práci strojů, DGI potom na pracovníky a jejich činnost. [11]

Přestaveny byly softwarové systémy pro komplexní řešení organizace výroby v podniku, především hlavní zástupce ERP. Dále nástroj k modelování procesů a optimalizaci výroby, software iSC, který slouží k analýze a optimalizaci procesů. Tento program bude v experimentální části využit pro analýzu výrobního procesu ve variantách DGM a DGI. Do budoucna firma připravuje program, který výstupy z těchto dvou programů spojí dohromady.

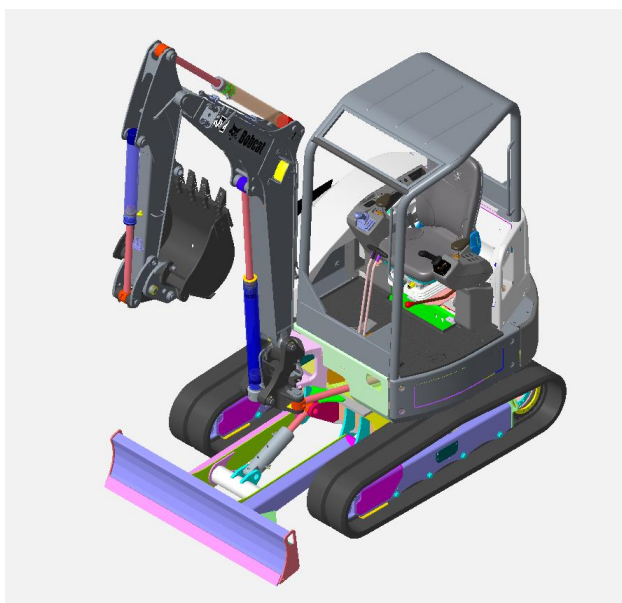
7. Analýza současného stavu výroby komponent

Analýza současného stavu představuje rypadlo, do kterého komponenty vstupují a pracoviště na kterém se vyrábějí. Dále jsou popsány zkoumané díly, jak vypadají a k čemu slouží. Následuje toleranční analýza komponent a analýza způsobilosti procesu ohýbání. Na závěr bude provedena samotná analýza výrobního procesu pomocí počítačového programu a metody MTM.

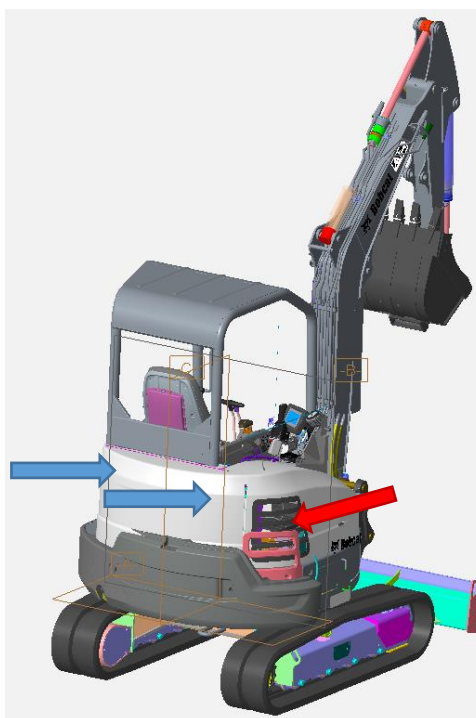
Rypadlo

Dané díly vstupují do tří, až čtyř tunových strojů viz obrázek 12. Roční předpoklad výroby činí 1366 těchto rypadel. Ty využívají velké množství technologií jako je třeba automatické řízení otáček motoru včetně plynulé regulace otočným potenciometrem, plovoucí polohu radlice pro snadnou nivelaci, dvoucestnou hydrauliku, dvě pojezdové rychlosti a jiné. Všechny prvky jsou standardní výbavou, což není u konkurence v dané kategorii zvykem. Na požádání zákazníka lze dodat různé druhy podkopových lžic včetně lžic hydraulických s ovládáním. Dále bourací kladiva, vrtací zařízení, hutnicí desky a mnoho dalšího.

Za účelem snížení spotřeby paliva a hluku disponují oba modely funkcí "automatické detekce nečinnosti". Jedná se o režim, který po zapnutí obsluhou automaticky sníží otáčky a přepne na "volnoběh" vždy, když stroj nepracuje po dobu přesahující čtyři sekundy. Jakmile obsluha znovu aktivuje stroj, škrtkací klapky se ihned vrátí do původní pozice a obsluha může pokračovat v práci bez jakéhokoliv omezení. [10]



Obrázek 12 - Iso pohled na rypadlo



Obrázek 13 - Rypadlo s ovlivněnými kryty a umístěním dílů (modrá – závěsy, červená – držák)

Pracoviště ohraňovacího lisu

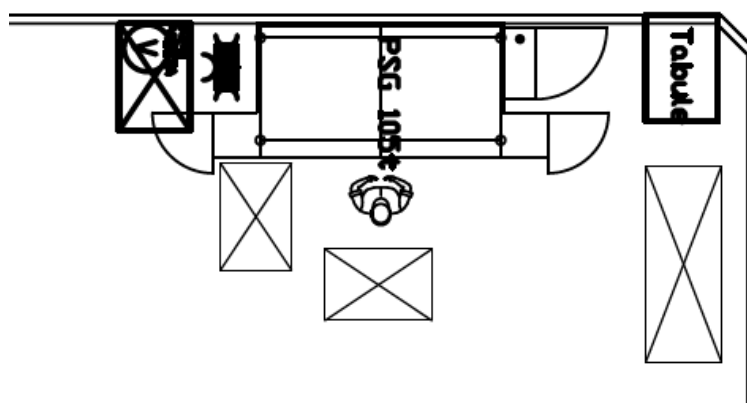
Na pracovišti č.2 se nachází jeden z pěti ohraňovacích lisů. Jedná se o stroj Gasparini PBS 105/3000 s parametry viz tabulka 4. Na tomto stroji byla vyrobena zkušební dávka padesáti dílů s cílem zjistit způsobilost procesu. Jako nedostatky se na první pohled jeví příliš vzdálené pomocné odkládací plochy na vstupní materiál a hotové díly viz obrázek 14. Umístění palety s krabicemi je vyhovující.

Tabulka 4 - Parametry použitého stroje

Stroj	Gasparini PBS 105/3000
Pohon beranu	hydraulický
Lisovací síla	1050 kN
Délka stroje	3000 mm
Výška pracovního stolu	900 mm
Světlá výška	400 mm
Zdvih	350 mm
Maximální pracovní rychlost	10 mm/s
Maximální přibližovací rychlost	100 mm/s
Hmotnost	7,4 t



Obrázek 14 - Současný stav pracoviště lisu Gasparini PBS 105/3000



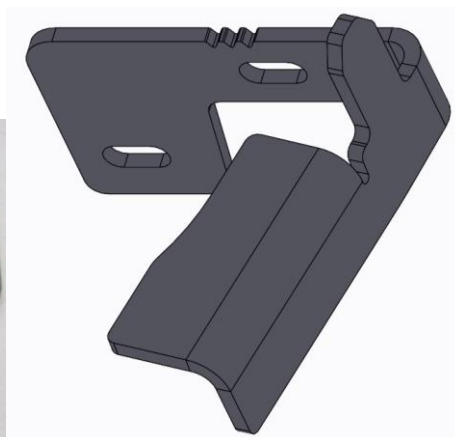
Obrázek 15 - Layout pracoviště

Držák krytu rypadla

Jedná se o výpalek se dvěma dírami pro montáž ke svařenci rámu se dvěma ohyby do úhlu 103° a 92° a vroubkováním pro správné usazení součásti na rám. Díl umožňuje usazení bočního krytu rypadla a jeho opření ve dvou směrech. Zároveň obsahuje výstupek, který zapadá do díry v krytu a tím ustavuje jeho polohu. Do stroje vstupuje jednou, viz obrázek 18.

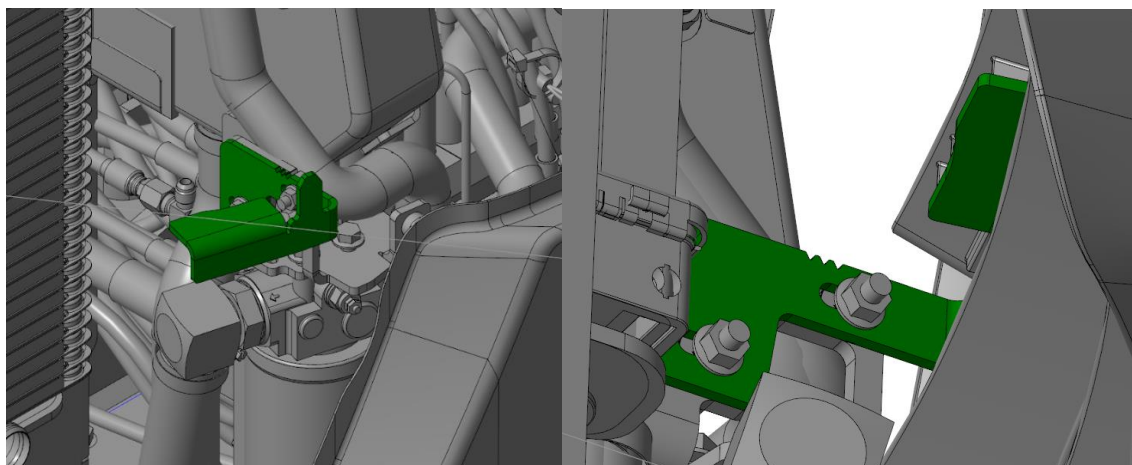


Obrázek 16 – Polotovar pro výrobu držáku



Obrázek 17 - Držák krytu rypadla

Na obrázku 16 můžeme vidět polotovar pro výrobu držáku, obrázek 17 potom znázorňuje model finální podoby držáku po ohnutí a nalakování.



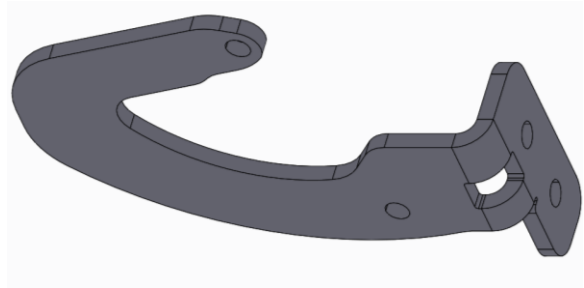
Obrázek 18 - Držák namontovaný v celku bez krytu (vlevo) s krytem (vpravo)

Závěs zadního krytu motoru

Výpalek se čtyřmi dírami pro montáž a usazení pístu dveří na jedné straně, s jedním 90° ohybem. Do stroje vstupuje dvakrát, viz obrázek 21. Tento díl umožňuje otevření zadního krytu motoru rypadla, který je vytlačován hydraulickým pístem montovaným v jedné z děr komponentu.

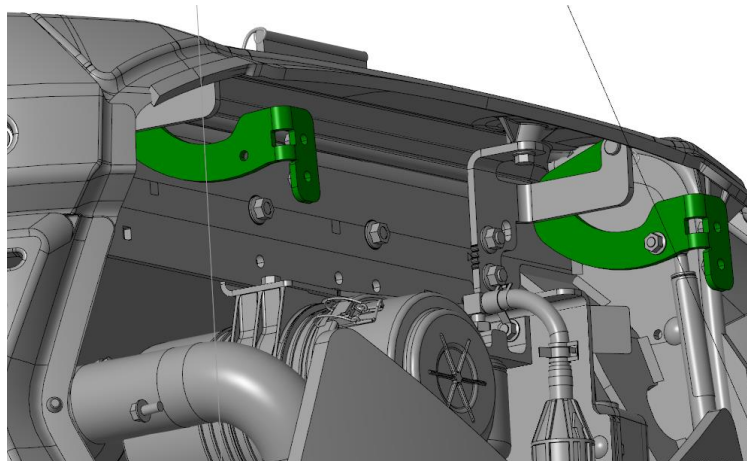


Obrázek 19 - Polotovár pro výrobu závěsu



Obrázek 20 - Závěs zadního krytu motoru

Na obrázku 19 je vidět polotovár pro výrobu závěsu, obrázek 20 poté znázorňuje model finální podoby závěsu po ohnutí a nalakování.



Obrázek 21 - Držáky namontované bez krytu

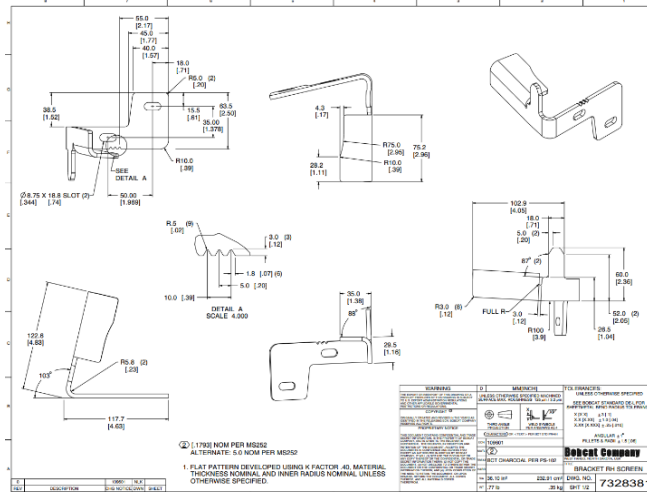
Jejich přesnost ovlivňuje po kvalitě polotovaru plechu, vypalování laserem a následné ohýbání na ohraňovacím lisu Gasparini PBS 105 viz obrázek 14.

7.1. Toleranční analýza

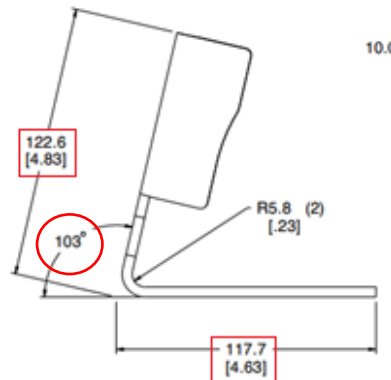
V současné době mají operátoři předepsanou kontrolu všech rozměrů dle výkresové dokumentace. Toleranční analýza vybírá ty nejdůležitější a tím se snižuje počet pracovních operací potřebných pro kontrolu. Toleranční analýza zkoumá, které rozměry jsou klíčové pro finální kvalitu výrobku tím, že prochází návaznost od samotného výkresu k podsestavě a sestavě. Navrhne rozměry, které je třeba měřit, a to předepíše výrobě. Jedná se o takzvané „critical to quality“ neboli o kóty kritické pro kvalitu.

7.1.1. Držák krytu rypadla

Jako důležitý rozměr vychází úhel (viz obrázek 23), který vypovídá o kvalitě komponentu a je klíčový pro finální vzhled zakrytování rypadla. Tuto hodnotu je třeba předepsat k měření.

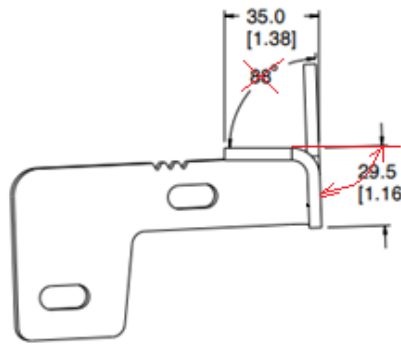


Obrázek 22 - Výkres držáku krytu



Obrázek 23 - Detail držáku s měřeným úhlem

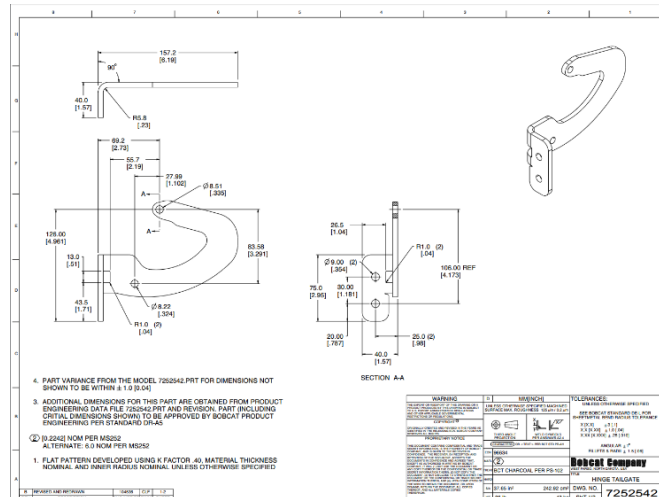
Díry pro montáž držáku jsou širší a umožňují tak úpravu polohy v případě nevyhovujícího ohybu. Snaha do budoucna je vyrábět přesněji a nepoužívat díry s vůlí v zájmu zjednodušení a zrychlení montáže. Dále by bylo třeba upravit kótování délek ramen, protože v tomto provedení není pro výrobu možné díl správně měřit, viz obrázek 23 (rozměry v rámečku). Ve VD také chybí kóta úhlu pro měření (viz obrázek 24).



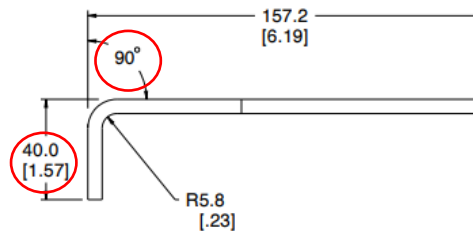
Obrázek 24 - Detail držáku s chybějícím úhlem

7.1.2. Závěs zadního krytu motoru

Jako důležité rozměry vycházejí strana a úhel (viz obrázek 26), které vypovídají o kvalitě komponentu a jsou rozhodující pro finální vzhled a funkci zakrytování. Tyto hodnoty je třeba předepsat k měření.



Obrázek 25 - Výkres závěsu zadního krytu



Obrázek 26 - Detail měřeného úhlu závěsu

Závěs zadního krytu jinak nevykazuje žádné nesrovnalosti.

7.2. Analýza způsobilosti procesu

Na základě změření statistického souboru padesáti dílů lze určit způsobilost stroje. V případě vyhovující hodnoty koeficientu způsobilosti lze říci, že postačí měření prvního správného a posledního dílu dávky. V tom případě také vzniká značná časová úspora. Změřením vzorku padesáti dílů se stanoví index C_p a C_{pk} , které vyjadřují „čeho jsme schopni dosáhnout“ a „čeho jsme ve skutečnosti dosáhli“. Způsobilost představuje schopnost procesu vytvářet produkt, který požaduje firma nebo zákazník.

Způsobilost výrobního procesu je dnes měřena pomocí koeficientu způsobilosti C_p (1) a koeficient využití způsobilosti C_{pk} (2).

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

$$C_{pk} = \left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right) \quad (2)$$

USL – upper specification limit, horní toleranční mez

LSL – lower specification limit, dolní toleranční mez

μ – střední hodnota

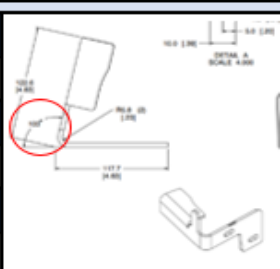
σ – směrodatná odchylka

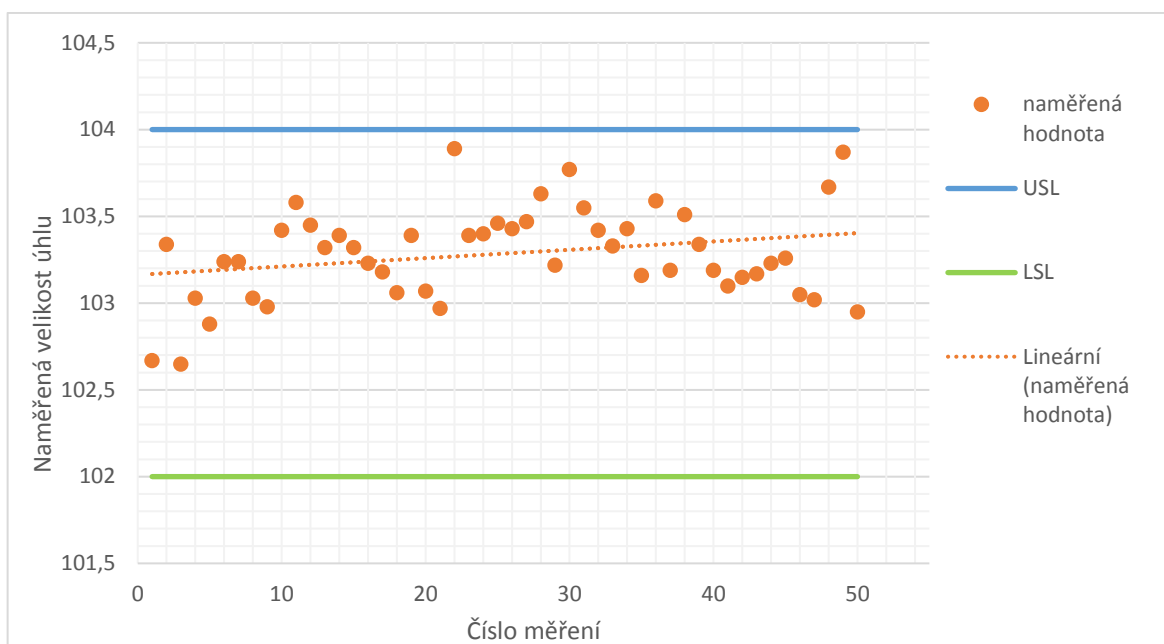
U koeficientu využití způsobilosti, který popisuje chování procesu vzhledem k dolní a horní toleranční mezi, uvažujeme menší výslednou hodnotu. V případě, že je výsledná hodnota C_p větší než 1,33 a C_{pk} větší než 1, lze proces považovat za způsobilý. [6]

7.2.1. Naměřené hodnoty ze zkušební dávky padesáti dílů

Měření úhlu o velikosti 103° viz tabulka 5 a obrázek 27 s vyznačenou tolerancí.

Tabulka 5 - Naměřené hodnoty úhlů

Číslo komponentu			
7328381			
Charakteristika			
úhel			
Nominální rozměr (°)			
103			
1	102,67	26	103,43
2	103,34	27	103,47
3	102,65	28	103,63
4	103,03	29	103,22
5	102,88	30	103,77
6	103,24	31	103,55
7	103,24	32	103,42
8	103,03	33	103,33
9	102,98	34	103,43
10	103,42	35	103,16
11	103,58	36	103,59
12	103,45	37	103,19
13	103,32	38	103,51
14	103,39	39	103,34
15	103,32	40	103,19
16	103,23	41	103,1
17	103,18	42	103,15
18	103,06	43	103,17
19	103,39	44	103,23
20	103,07	45	103,26
21	102,97	46	103,05
22	103,89	47	103,02
23	103,39	48	103,67
24	103,4	49	103,87
25	103,46	50	102,95



Obrázek 27 – Graf naměřených hodnot

7.2.2. Způsobilost

Naměřené hodnoty byly použity jako vstupní data pro software sloužící k výpočtu způsobilosti a byly získány následující výsledky:

Tabulka 6 - Výsledné hodnoty vypočítané způsobilosti

Výpočet		Měření
Min	102,65	Měřidlo Digitální úhломěr
Max	103,89	
Střední hodnota	103,2856	
Směrodatná odchylka (σ)	0,2659	
Cp	1,2532	
Cpk	0,8953	Způsob měření
Přesnost	-0,2856	Ručně
Pro Cp= 1,33		
Skutečná tolerance	2,1279	
±	± 1,0639	
Jmenovitá tolerance	2	
±	± 1	

Hodnota způsobilosti procesu není větší než 1,33 (viz tabulka 6). Koeficient využití způsobilosti C_{pk} nedosahuje požadované hodnoty 1, proto je nutné předepsat měření všech

dílů a nelze měřit pouze první a poslední díl. Analýza kapability ukázala, že i u závěsu zadního krytu není ohýbání dostatečně způsobilé a potvrdila tak, že je třeba kontrolovat na zmetkovitost každý díl.

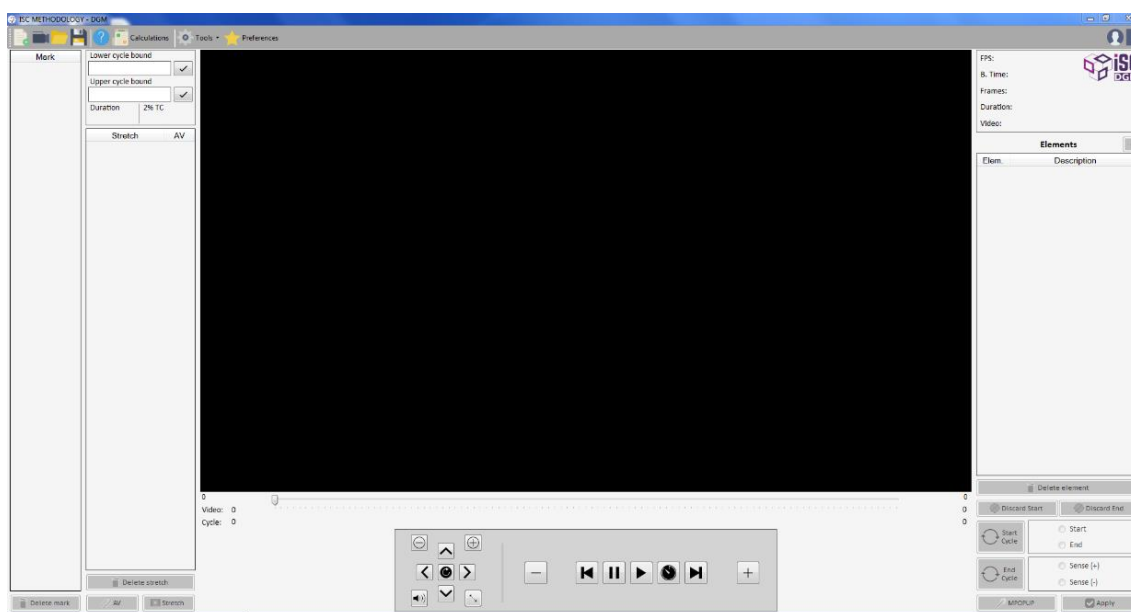
7.3. Analýza výrobního procesu

Vlastní analýza začíná zvolením vhodné pozice pro zaznamenání procesu. Nahrávání probíhá na kameru či fotoaparát s nahrávací funkcí (je vhodné použití stativu). Poté se záznam nahraje do PC, otevře v programu iSC a provede se časová studie pracovního snímku. Následuje vyhodnocení a navržení optimalizace nejčastěji formou odstranění zbytečných úkonů a sestavení nové pohybové sekvence.

7.3.1. Vyhodnocení procesu pomocí iSC softwaru DGM

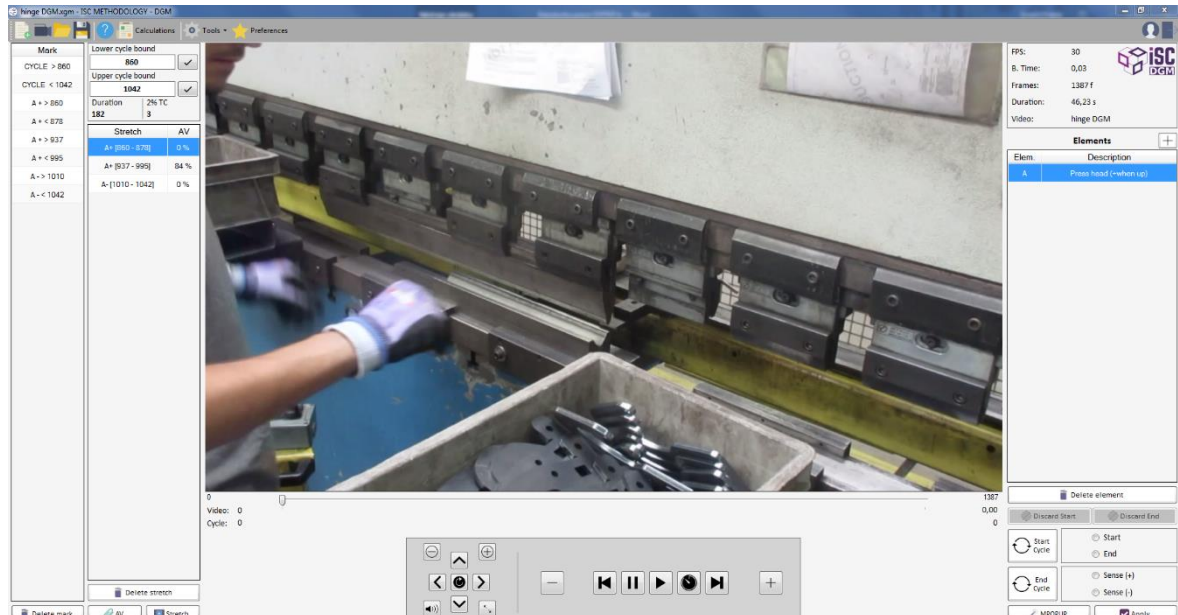
Nejprve se do programu nahraje konvertované video, poté se nastaví počátek a konec cyklu a jednotlivé operace se rozdělí na jednotlivé úkony, pojmenují se a každý se vyhodnotí. Práce člověka se vystříhá a označí tzv. discard, díky kterému se do strojního času činnosti prováděné pracovníkem nezapočítávají. Lze analyzovat pouze čas stroje.

Při zkoumání strojního času zjišťujeme, že razník stroje klesá ze zbytečně velké výšky. Při snížení by tedy vznikla úspora. Dále mezi přibližováním beranu a pracovním pohybem je prodleva. To je také nutné prověřit a případně odstranit změnou programu. Některé pohyby dorazů lze uskutečňovat zároveň s jinými úkony a eliminovat tím čekání na ustavení dorazů.



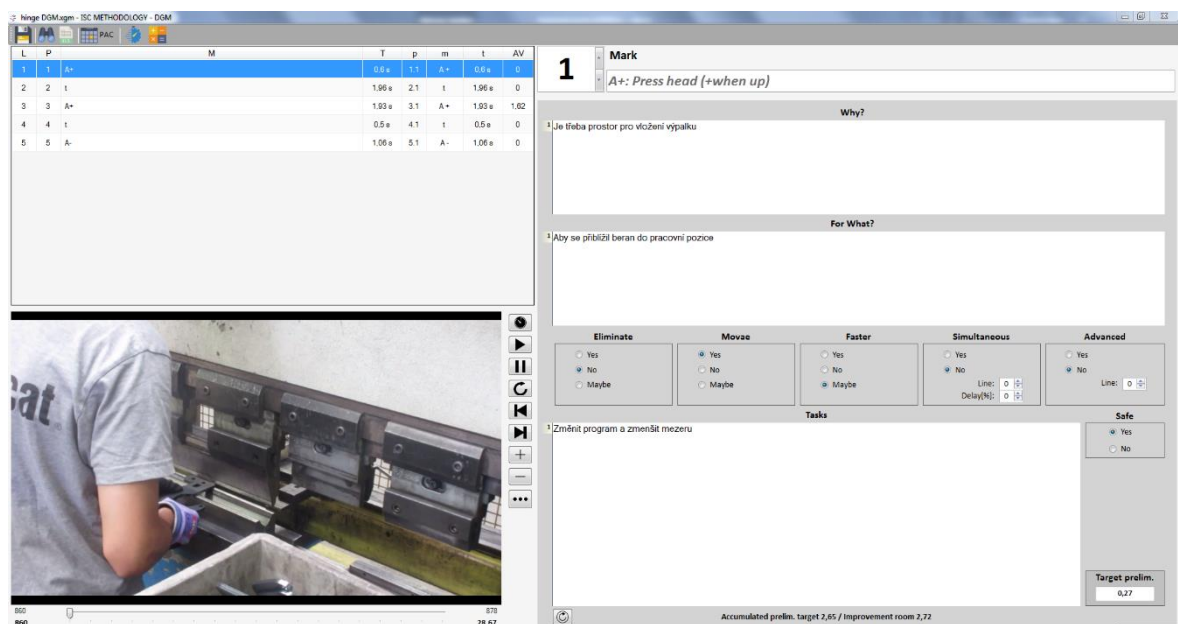
Obrázek 28 - Rozhraní programu DGM po spuštění

Po nahrání záznamu se vystřihne požadovaný úsek videa a ohraničí se výrobní cyklus. Stejně tak se ohraničí a definují jednotlivé pohyby viz obrázek 29. Zde také dochází ke změření, výpočtu a vyznačení přidané hodnoty v procentech.



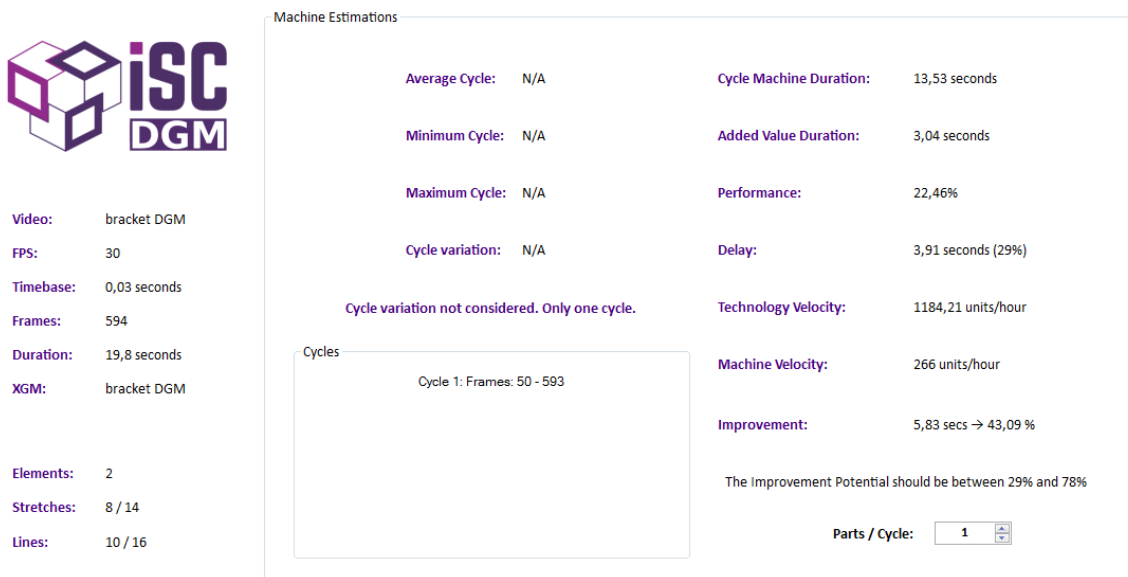
Obrázek 29 - Rozdělení a definování úkonů

Následně se procházejí jednotlivé kroky a zjišťuje se proč se provádějí, zda jsou nezbytné a pokud je to možné, jak se dají zkrátit či odstranit. Pomocí aktuálně zobrazovaného snímku se se stopkami, které jsou v aplikaci změří a zaznamená možná úspora.

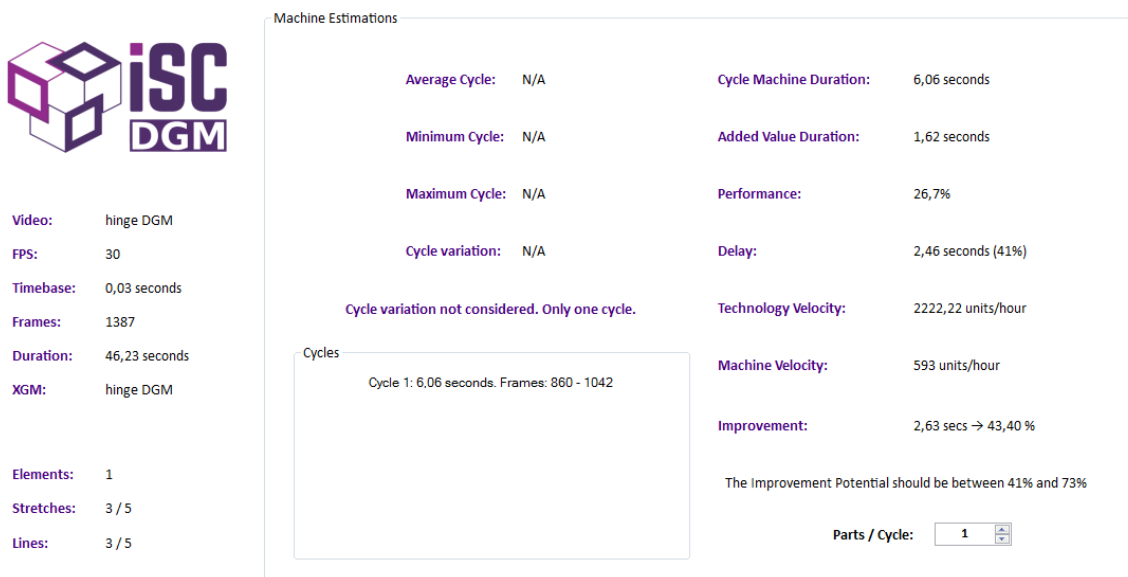


Obrázek 30 - První krok analýzy

Na závěr po zadání počtu součástí za daný cyklus, program zobrazí výpočty akumulovaných úspor viz obrázky 31 a 32.

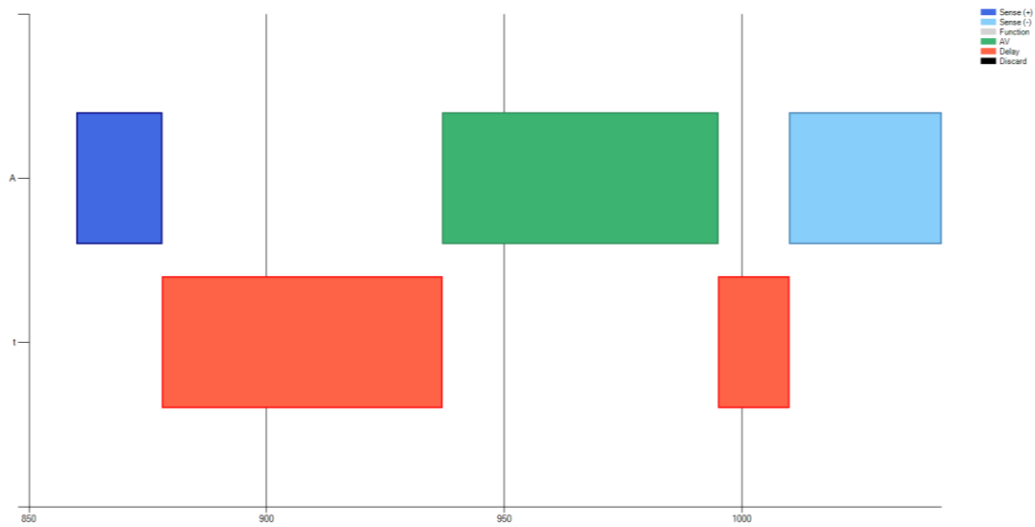


Obrázek 31 - Výsledné hodnoty analýzy u držáku krytu rypadla

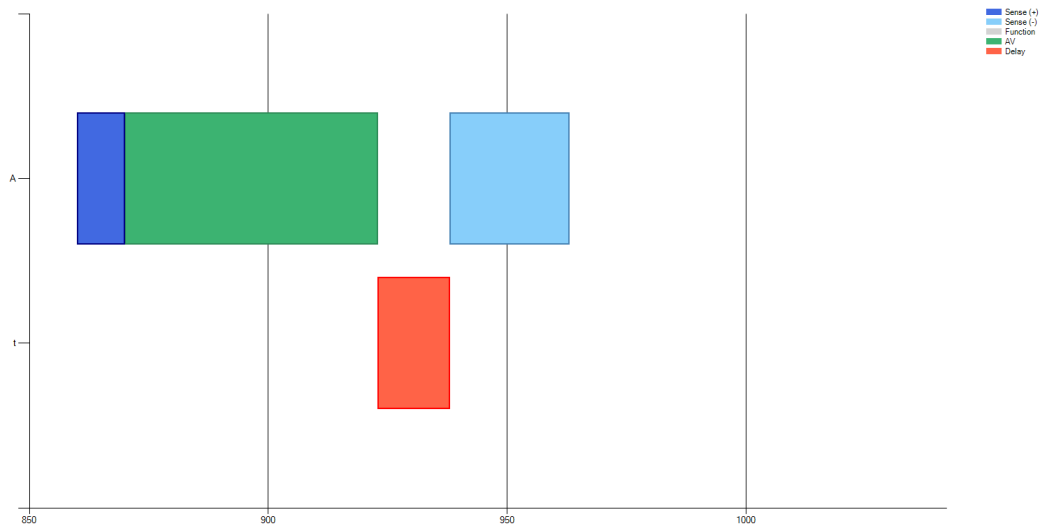


Obrázek 32 - Výsledné hodnoty analýzy u závěsu zadního krytu motoru

Zkrácení potřebné doby je patrné i z následujících grafů viz obrázek 33 a 34.



Obrázek 33 - Rozvrh současné časové spotřeby

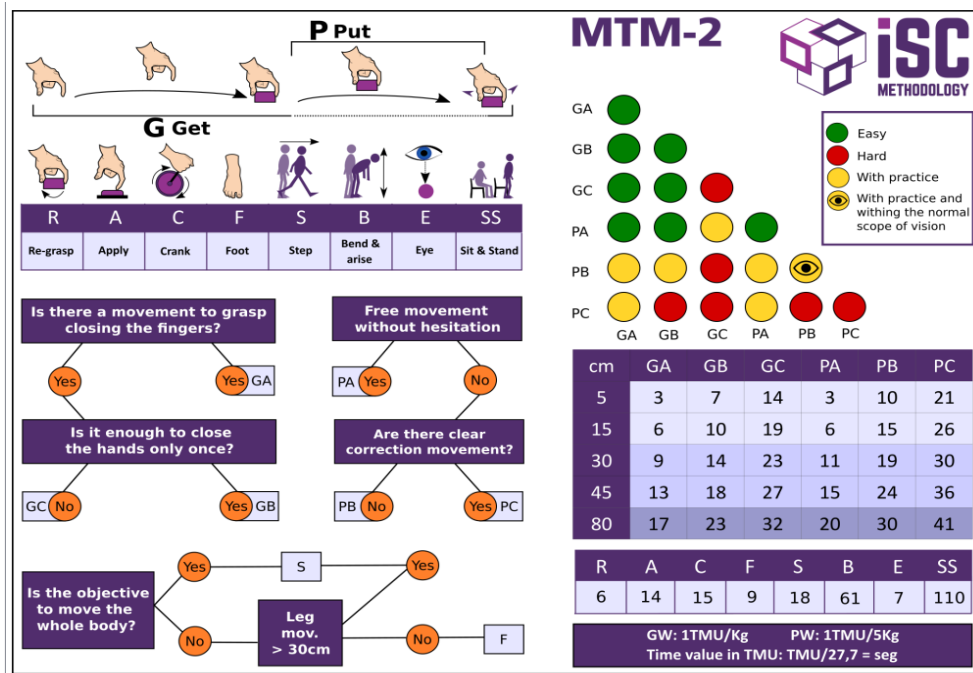


Obrázek 34 - Rozvrh navrhované časové spotřeby

Z programu lze vygenerovat soubor excel či pdf, který zobrazuje rozpis všech kroků a k nim návrhy na přezkoumání nebo změnu. Dílčí úkoly je možné přiřadit ke konkrétním lidem.

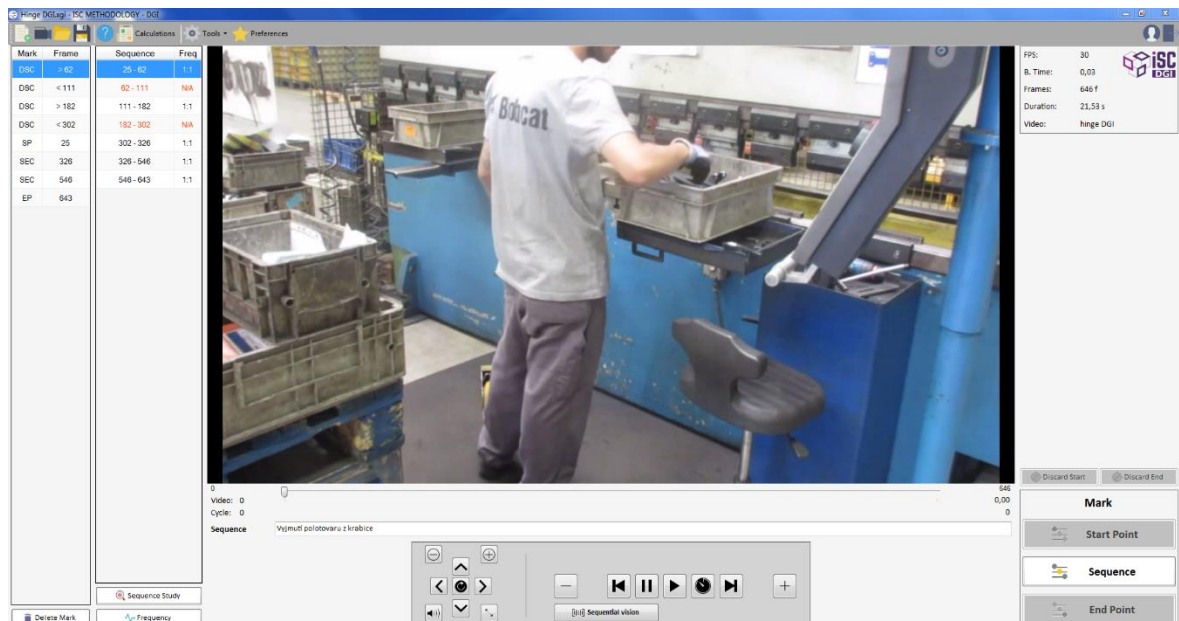
7.3.2. Vyhodnocení procesu pomocí iSC softwaru DGI

Počáteční postup je identický jako při použití DGM programu. Zajímají nás ale úseky, kdy pracuje operátor. Po nahrání se práce rozdělí na jednotlivé úkony a discard se aplikuje na čas, kdy pracuje stroj. Následuje analýza pracovního postupu za pomocí karty MTM-2, viz obrázek 35.



Obrázek 35 - Návod na aplikaci MTM-2 v softwaru iSC na lidskou práci [14]

Po nahrání záznamu se vystřihne požadovaný úsek videa a ohraničí se výrobní cyklus. Stejně tak se ohraničí a pojmenují jednotlivé sekvence, viz obrázek 36. Discard se použije na odstranění práce stroje.



Obrázek 36 - DGI po nahrání videa a rozdělení na sekvence

Sekvence se studují a rozebírají pomocí metodiky MTM-2, viz obrázek 35. Zkoumáme také ergonomii. V případě nevyhovující polohy pracovníka dle předlohy na obrázku 37, snímkem zaznamenáme a popíšeme konkrétní situaci.

Hands and Wrists		Elbows		Shoulders	
 Flexed $\geq 45^\circ$	 Ulnar Deviation	 Rotated Forearm	 Fully Extended	 Arm Raised $\geq 45^\circ$	 Shoulders Shrugged
 Extended $\geq 45^\circ$	 Radial Deviation			 Arm Behind Body	
Left	Right	Left	Right	Left	Right
Back		Legs		Neck	
 Flexed $\geq 20^\circ$	 Twisted	 Squat	 Kneel	 Flexed $\geq 30^\circ$	 Twisted $\geq 20^\circ$
 Twisted	 Unsupported	 Unsupported		 Flexed $\geq 30^\circ$	 Twisted $\geq 20^\circ$

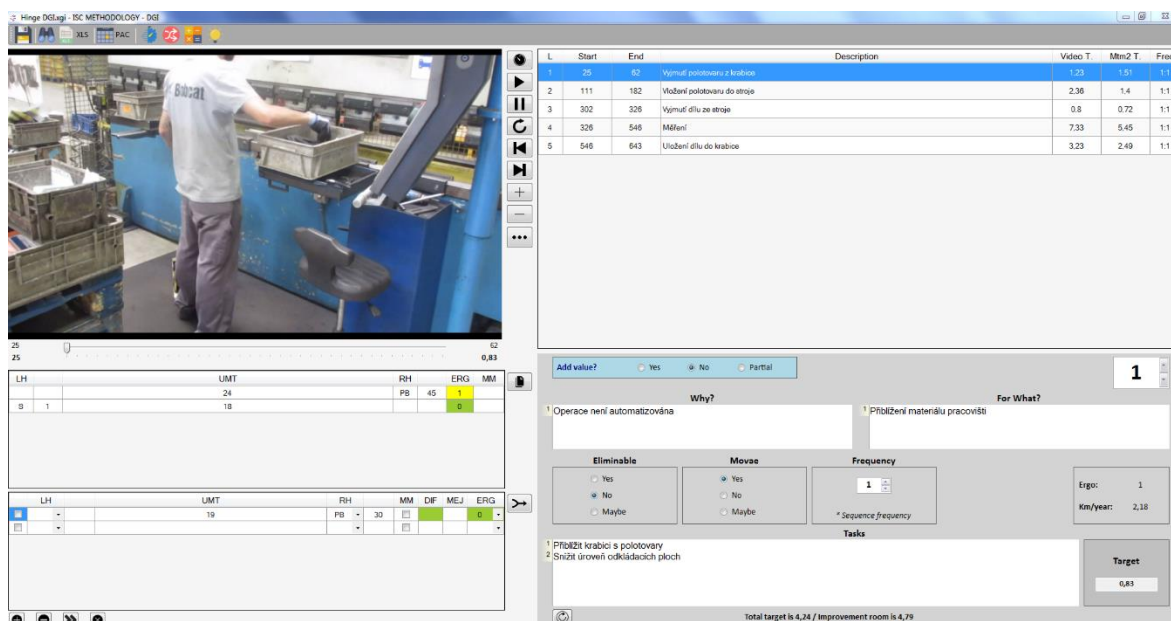
Obrázek 37 - Předloha pro vyhodnocení kritických ergonomických poloh dle iSC [14]

Divisor	Element	Description	Time(s)	MIn2	Act
	25 - 42	Výmnutí polotovaru z krabice	1:23	1:52	122

LH	UMT	RH	MM	DIF	IMP	ERG
	24	PB - 45				1
S - 1	18					0

Obrázek 38 - Analýza první sekvence se špatně vytočeným zápěstím

Po analýze pohybů následuje rozbor smyslu pohybů. Zjišťujeme jejich potřebnost a hledáme možné technicko-organizační úpravy situací. Navrhujeme opatření vedoucí ke zvýšení produktivity.



Obrázek 39 - Navrhování zlepšení jednotlivých sekvencí

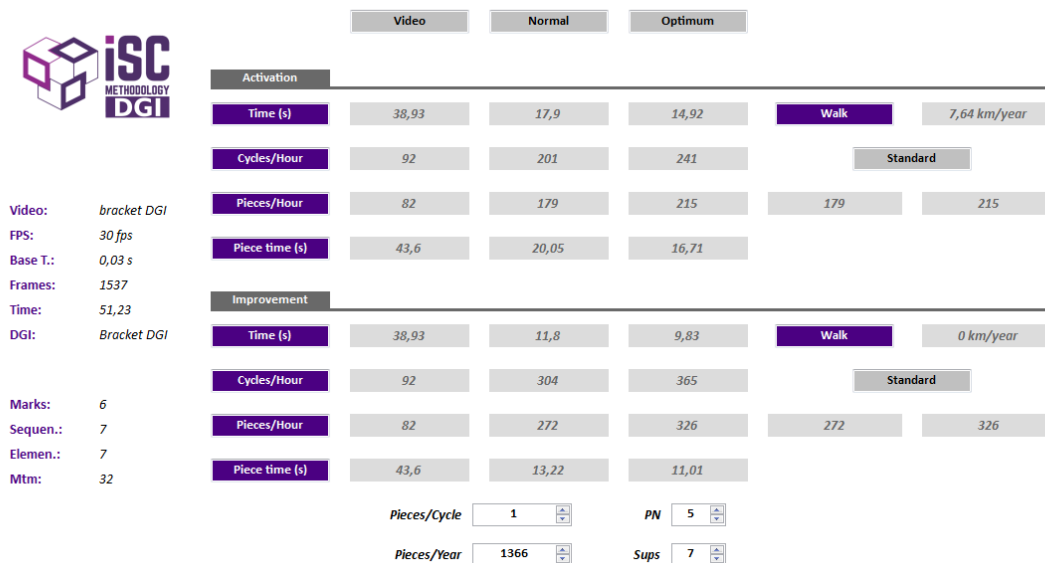
Na závěr ve shrnutí zadáme počet kusů vyráběných v cyklu a celkový počet kusů vyráběných za rok. Dále potřebné PN a SUPS, tedy Personal Needs a Supplements, viz obrázek 40.



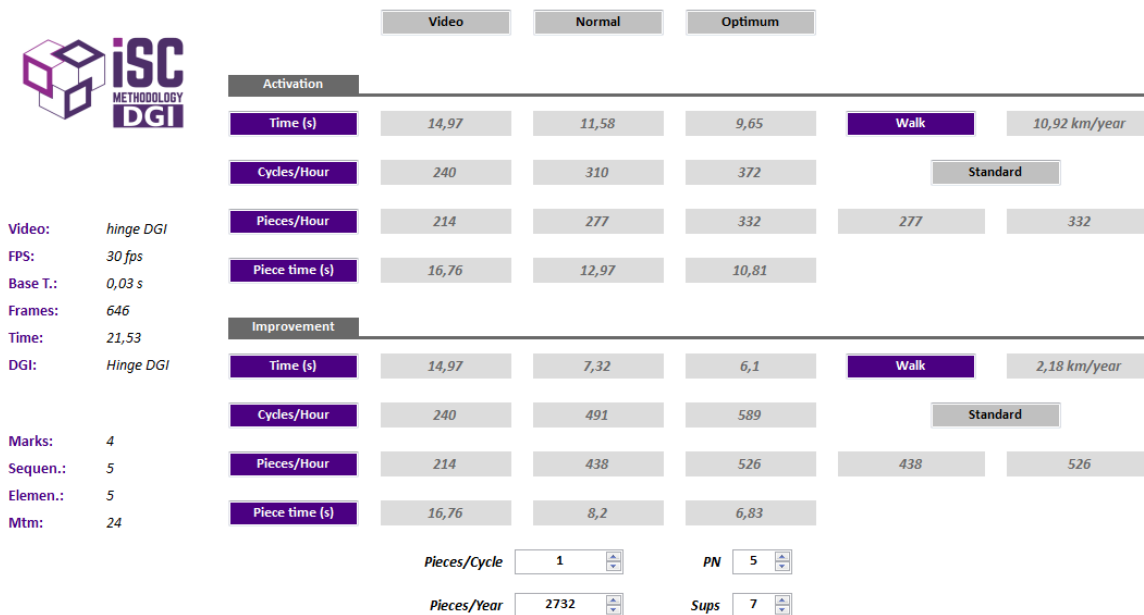
Obrázek 40 - Zapsání počtu kusů, PN a SUPS (vlevo) detail (vpravo)

Supplements představuje faktor, který ovlivňuje počet vyrobených výrobků za hodinu. Bere v potaz výrobní přestávky způsobené činnostmi mimo běžnou aktivitu (dovolená, svátky, absence, nemocenská atd.)

Personal needs jsou pauzy člověka, během normální činnosti, které mu slouží k uspokojení osobních potřeb (odpočinek, pití atd.). Také ovlivňují kalkulaci vyráběného počtu výrobků za hodinu.



Obrázek 41 - Výsledný výpočet úspor držáku krytu



Obrázek 42 - Výsledný výpočet úspor analýzy závěsu krytu motoru

V kapitole jsme se dozvěděli o stroji, do kterého komponenty vstupují a o pracovišti, na kterém se vyrábějí. Představeny byly také analyzované komponenty a na nich byla provedena toleranční analýza. Následovalo přezkoumání způsobilosti procesu. Samotná analýza v programu ISC se zaměřila jednak na program stroje pomocí softwaru DGM, ale i na pracovní postup se softwarem DGI včetně analýzy ergonomie.

8. Návrh optimalizace výroby

Optimalizace má za cíl jednak časovou úsporu v procesu, ale také zlepšení kontroly jakosti dílů, které ovlivňují finální kvalitu výrobku v podobě estetického zpracování. Oddělení technologie výroby dostává od marketingového oddělení stížnosti na špatné doléhání a lícování krytů rypadla. Je důležité, aby na sebe kryty správně navazovaly a mezery mezi nimi byly rovnoměrné a správné velké. Tuto problematiku řeší takzvaná aktivita „fit and finish“. Další snahou je jasně předepsat měřené rozměry ke kontrole a tím snížit počet potřebných operací při měření.

Předmětem zkoumání bude samotné ohraňování dílu. Zadáme „proč“ a „za jakým účelem“ je sekvence vykonávána, zda je možné ji eliminovat, zda nedochází k nadbytečným pohybům a s jakou frekvencí činnost probíhá. Hledáme ve snímku možná opatření vedoucí ke snížení spotřeby času a námahy pracovníka. Změnou pozice krabic se vstupním a výstupním materiálem by došlo k eliminaci chůze a zkrácení potřebné dosahové vzdálenosti, viz obrázek 43. Program ukazuje teoreticky dosažitelnou úsporu 6,08 sekundy. Po zadání optimalizačních návrhů vychází 3,8 sekundy.

L	Start	End	Description	Video T	Min2 T	Freq
1	62	298	Vložení polotovaru do stroje	7,46	3,88	1,1
2	398	437	Výměň dílu	1,38	1,19	1,1
3	437	671	Měření	7,8	5,27	1,1
4	671	787	Vložení dílu do stroje	4,2	1,4	1,1
5	928	949	Výměň dílu	0,78	0,88	1,1
6	949	1415	Měření	15,83	3,75	1,1
7	1415	1489	Uložení dílu do krabice	1,8	1,73	1,1

Obrázek 43 - Analýza sekvence vkládání polotovaru do stroje

Stejným způsobem jsou přezkoumány další sekvence včetně měření, viz obrázek 44.

L	Start	End	Description	Video T.	Min-2 T.	Freq.
1	29	42	Výměna podotvaru z krabice	1,23	1,51	1,1
2	111	182	Vložení podotvaru do stroje	2,96	1,4	1,1
3	302	326	Výměna dílu ze stroje	0,8	0,72	1,1
4	326	348	Měření	7,33	6,45	1,1
5	348	643	Uložení dílu do krabice	3,23	2,49	1,1

LH	LMT	RH	ERG	MM
S	1	18	0	1
		18	45	0
		15	45	0
B	1	10	0	0
		3	5	0
		3	5	0
E	2	14	0	0
		3	6	0

LH	LMT	RH	MM	DIF	MEJ	ERG
E	1	7	0	0	0	0
		3	5	0	0	0
		7	5	0	0	0
E	1	7	0	0	0	0
		19	30	1	1	0

4

Why?
 1 Protože se na správnost nelze spolehnout
 3 Ujistit se že součást je správně ohnutá

For What?

Eliminable
 Yes
 No
 Maybe

Movae
 Yes
 No
 Maybe

Frequency
 Sequence frequency

Tasks
 1 Odstranit měření po ověření způsobilosti stroje
 2 Zavést měření první poslední
 3 Uložit měřičko také v dosahu

Target: 3,12

Total target is 0,83 / Improvement room is 0,83

Obrázek 44 - Analýza sekvence měření

Podobně lze analyzovat i výměnu nástrojů a přípravu pracoviště na směnu či dávku. Poté například pomocí přestavby layoutu nebo použití speciálních podavačů těžkých nástrojů ulehčovat a zkracovat práci operátorů. Nabízí se také varianta použití zásobníku nástrojů, kterým lze výměnu nástrojů zcela mechanizovat, viz obrázek 45. Zásobník používá také technologii umožňující vysoušení vzduchu a zabraňuje korozi. Díky tomu se zvýší životnost nástrojů.



Obrázek 45 - Zásobník nástrojů Trumpf ToolShuttle [11]



Obrázek 46 - Zásobník nástrojů Trumpf ToolMaster [11]

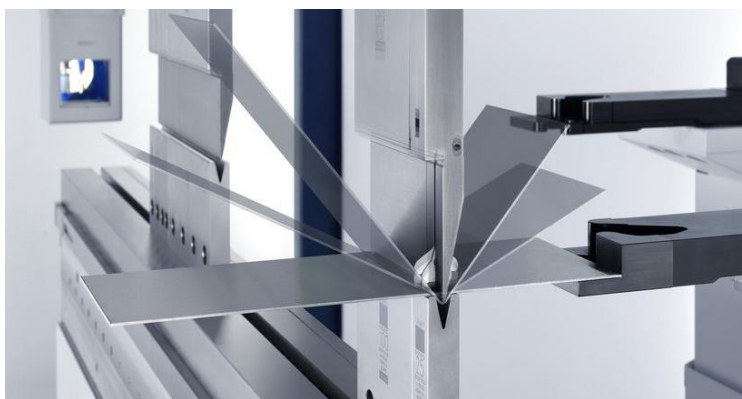
Proces výměny lze automatizovat použitím sofistikovanějšího zásobníku s automatickou výměnou nástrojů, viz obrázek 46. Zásobníky mohou obsluhovat až dva stroje. [11]. Jestliže by vycházela dostatečná způsobilost procesu, bylo by možné sekvenci měření zcela eliminovat a uspořit tak minimálně 9 sekund na každém dílu, což by vytvořilo velkou časovou rezervu. Výměna nástrojů je také možná automatizovat pomocí robotu.

Pro docílení dostatečné způsobilosti lze postupovat dvěma směry. Prvním je uvolnění tolerancí, které je v řadě případů možné. Valná většina výkresové dokumentace předepisuje toleranci $\pm 1^\circ$. V některých případech však není tak přísná tolerance nutná a uvolněním tolerance by se proces stal způsobilým. Stačilo by tedy měření prvního a posledního dílu. Tuto problematiku je třeba řešit ve spolupráci s konstrukčním oddělením. Druhým způsobem je pak použití vyspělejších nástrojů s kompenzačními systémy pro odstranění deformačních vlivů. Docílit toho lze dvěma způsoby. Buď se vyrábějí nástroje s optickou laserovou technologií nebo s mechanickou senzorovou kontrolou ACB s deklarovanou přesností ohybu $\pm 0,3^\circ$ (viz obrázek 48).



Obrázek 47 – Ukázka laserového systému Easy Form Laser [12]

Laserový systém (viz obrázek 47) řeší v reálném čase odchylky tloušťky polotovaru, jeho pevnost a rozdíly v odpružení materiálu. Systém může fungovat také tím způsobem, že kontroluje úhel z databáze nebo pomocí obsluhy při zadané hodnotě odpružení. V tomto případě je nepřesnost tvořena pouze chybou odpružení materiálu a ohyb je realizován s přesností $\pm 0,2^\circ$. Výhoda nástroje spočívá v praxi ověřené přesnosti a s možností použití jakéhokoliv razníku. Limitující je pouze výška matrice, ne však tolik jako u dotykového měření. Další výhodou je, že nedochází k opotřebení měřících senzorů a je možné upravovat pozici měření, což u dotykového systému nelze. Cena nástrojů je v porovnání s mechanickým systémem vyšší. Klesá však díky možnosti použití libovolného razníku.



Obrázek 48 – Ukázka dotykového systému ACB wireless [13]

Aktivní měření úhlu pomocí nástrojů ACB má integrovaný snímač úhlu v horním nástroji. K měření používá dva kotouče o různém průměru, které se středí. Před samotným ohýbáním je však nutné je kalibrovat. Ohýbání se realizuje tak, že se provede počáteční pohyb dle programu. Poté dojde k odlehčení s měřením odpružení. Celý cyklus probíhá

automaticky a zároveň je kontrolováno naklopení. Výhodou oproti laseru je mimo nižší pořizovací ceny také možnost nasazení technologie na lesklé povrchy a krátká ramena. [11] [12] [13]

Byl popsán způsob práce s programem iSC, který slouží jednak ke zkoumání programu stroje, tak i jeho obsluhy. Po přezkoumání práce stroje lze říci, že program přibližuje beran ze zbytečně velké výšky a má prodlevy. Dále z pohybové studie vyplývá, že operátor musí při práci dělat příliš mnoho kroků, proto práce navrhuje úpravu uspořádání pracoviště. Konkrétně se jedná o změnu pozice krabic se vstupním a výstupním materiálem. To povede jednak k omezení plýtvání, ale také pozitivně přispěje k lepšímu ergonomickému uspořádání pracoviště. V další části byla navržena řešení pro zvýšení způsobilosti ohraňování pomocí uváženého rozvázání tolerancí, či v lepším případě nasazení vyspělejších nástrojů. To by se mělo dít v zájmu měření a kontroly pouze prvního a posledního dílu, čímž by vznikla značná časová úspora. Také byla zmíněna doplňková řešení pro usnadnění a zrychlení výměny nástrojů.

9. Technicko-ekonomické zhodnocení

Cílem této práce bylo navrhnout opatření pro zkrácení doby výroby a omezení plýtvání. Časová úspora činí po sečtení navržených optimalizací na obou dílech 9,1 hodin za rok, viz tabulka 7. Mezi další přínosy patří, že by zaměstnanci nachodili ročně o 16,4 km méně. Byla navržena také některá ergonomická opatření. Průměrný počet vyráběných dílů za rok vychází 2102. Nejedná se tedy o výjimečné případy s neobvyklými čísly. Jestliže by tato optimalizace byla aplikována na všech přibližně 800 takto vyráběných dílů, při konzervativně uvažované úspoře 3 hodiny na díl, dostáváme 2400 hodin ročně. Kdybychom uvažovali, že operátor odpracuje za rok 2000 hodin, lze s rezervou říci, že dané optimalizace uspoří náklady na jednoho pracovníka. Náklady na pracovníka na této pozici činí 10 EUR na hodinu. Roční úspora by tedy představovala 20 000 EUR jen na mzdových nákladech. Takto optimalizované činnosti se postupně zavádějí formou pracovních návodek jako standard a mají přinést nižší potřebu pracovních sil ve firmě. Pracovní návody budou promítány v digitální podobě na obrazovku u ohraňovacího lisu, čímž se eliminuje chůze ke knihovně se šanony, hledání výkresů a potřebných hodnot k měření.

Tabulka 7 – Akumulované navržené optimalizace

Zlepšení				
Software	DGM		DGI	
Díl	Závěs	Držák	Závěs	Držák
Zlepšení o [s]	2,5	4,4	4,3	6,1
Zlepšení o [%]	40,7	32,5	36,7	34
Počet vyráběných dílů				
	2732	1366	2732	1366
Sekund	6830	6010,4	11747,6	8332,6
Celkem [s]	32920,6			
Celkem [h]	9,1			
Úspora po aplikaci optimalizace na všechny díly				
Počet dílů	Uspořený čas		Ekonomické zhodnocení	
800	2000 h		20 000 EUR	

Ekonomické zhodnocení vyjadřuje pouze část úspor, protože nepočítá s náklady na provoz pracoviště. Skutečná výsledná hodnota by byla řádově vyšší.

10. Závěr

Tuto bakalářskou práci s cílem optimalizace výrobního procesu dvou komponentů rypadla jsem vypracoval ve spolupráci se společností Doosan Bobcat EMEA s.r.o., kterou jsem v první kapitole představil.

Pokračoval jsem rešerší problematiky výrobního procesu, kde byla objasněna definice, navrhování a členění procesu. Poslední část výrobního procesu byla věnována technologii plošného tváření. Následovalo studium časové spotřeby, kde byla vysvětlena racionalizace spolu s optimalizačními metodami zaměřenými na metodu MTM. V další kapitole byla rozebrána problematika softwarové podpory výrobních procesů, její fungování, do jakých oblastí zasahuje, a byly popsány druhy daných informačních systémů.

V rámci analýzy současného stavu jsem představil zkoumané komponenty a také stroj, do kterého vstupují a lis, na kterém se vyrábějí. Pomocí toleranční analýzy jsem definoval rozměry z výkresové dokumentace, které je třeba měřit. Případně dal podněty k přezkoumání VD. Navazující analýza způsobilosti procesu ukázala nedostatečné hodnoty pro nasazení metody měření pouze prvního a posledního dílu. Použitím programu iSC s metodou MTM jsem podrobil analýze program stroje a pracovní postup.

Návrhem na přeprogramování stroje a pomocí jednoduché úpravy dispozice pracoviště se podařilo vytvoření procesu s nižší zátěží pro operátora a nižší spotřebou času. Díky nedostatečné způsobilosti procesu ohýbání, však není možné zavedení systému měření prvního a posledního dílu. V rámci toho jsem navrhl možná řešení pro zvýšení způsobilosti.

Z těchto výstupů je možné ve firmě vytvořit standard a pomocí pracovních návodů jej implementovat do výroby. To lze využít jak u stávajících, tak u nově zaváděných procesů. V případě aplikace optimalizačních opatření na všechny díly by navrhovaná časová úspora činila minimálně 2000 hodin. Po převedení časové úspory na ekonomické zhodnocení a vyjádření ve formě nákladů na pracovníka vychází výsledná roční úspora 20 000 EUR.

11. Použitá literatura

- [1] ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [2] KOZÁK, Vladimír. *MTM: Racionalizace práce pomocí předem stanovených časů pracovních postupů*. Praha: Vývojový a racional. ústav průmyslového papíru, 1969. ISBN (nev.).
- [3] ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. *Racionalizace výroby*. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4.
- [4] GAVRIEL SALVENDY. *Handbook of industrial engineering. 3rd ed.* New York: John Wiley, 2001. ISBN 978-047-0241-820.
- [6] KOŽÍŠEK, Jan. *Management jakosti. Vyd. 2., přeprac.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-010-3096-2.
- [7] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-010-1302-2.
- [8] *Bobcat Dobříš* [online]. [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.bobcatdobris.cz/>
- [9] *Bobcat* [online]. [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/eu/index>
- [10] *Bobcat.cz* [online]. [cit. 2018-07-05]. Dostupné z: <https://www.bobcat.cz/>
- [11] *iSC Methodology* [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: http://www.isc-methodology.com/?page_id=307&lang=en
- [11] *Trumpf.com* [online]. [cit. 2018-07-11]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/produkty/servis/servis-stroje-systemy-laser/nastroje/ohybaci-nastroje
- [12] *MM Spektrum* [online]. [cit. 2018-07-11]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/presne-a-produktivni-ohybani-plechu.html>
- [13] *Trumpf.com* [online]. [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/produkty/stroje-systemy/ohranovaci-lisy/trubend-cell-7000/
- [14] *ISC Methodology, iSC METHODOLOGY* [software]. 18.12.2017. [přístup 20.6.2018]. Dostupné z: <https://www.app.isc-methodology.com/> [Požadavky na systém: procesor 1 GHz 64-bit, operační systém Microsoft Windows 7, volné místo na disku 250 MB, operační paměť 1 GB]
- [15] BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti. 3., aktualiz. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [16] *Cie-group.cz* [online]. [cit. 2018-07-14]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/>

[17] *Systemonline.cz* [online]. [cit. 2018-07-13]. Dostupné z:
<https://www.systemonline.cz/clanky/mes-manufacturing-execution-systems.htm>

[18] *Anasoft.com* [online]. [cit. 2018-07-13]. Dostupné z:
<https://www.anasoft.com/emans/cz/home/Novinky-blog/Blog/3-veci,-ktere-chce-zlepsit-kazdy-vyrobni-manazer>

12. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Dobříš Campus	13
Obrázek 2 - Nakladač – LDR (vlevo), kompaktní bagr – MEX (vpravo)	13
Obrázek 3 - Členění TPV	19
Obrázek 4 - Zjednodušený model technicko-organizační přípravy výroby	19
Obrázek 5 - Charakter činností oddělení TgPV	21
Obrázek 6 - Práce technologického projektování v rámci rozborové etapy	22
Obrázek 7 - Zjednodušené rozdělení dějů a spotřeb časů pracovníka	25
Obrázek 8 - Třídění ztrát ve směně	26
Obrázek 9 - Princip metody MTM-2	34
Obrázek 10 - Zjednodušené ideové schéma integrovaného výrobního systému (CIM)	37
Obrázek 11 - Propojenost systémů CA a ERP	38
Obrázek 12 - Iso pohled na rypadlo	42
Obrázek 13 - Rypadlo s ovlivněnými kryty a umístěním dílů (modrá - závěsy, červená - držák)	43
Obrázek 14 - Současný stav pracoviště lisu Gasparini PBS 105/3000	44
Obrázek 15 - Layout pracoviště	44
Obrázek 16 - Polotovar pro výrobu držáku	45
Obrázek 17 - Držák krytu rypadla	45
Obrázek 18 - Držák namontovaný v celku bez krytu (vlevo) s krytem (vpravo)	45
Obrázek 19 - Polotovar pro výrobu závěsu	46
Obrázek 20 - Závěs zadního krytu motoru	46
Obrázek 21 - Držáky namontované bez krytu	46
Obrázek 22 - Výkres držáku krytu	47
Obrázek 23 - Detail držáku s měřeným úhlem	47
Obrázek 24 - Detail držáku s chybějícím úhlem	48
Obrázek 25 - Výkres závěsu zadního krytu	48
Obrázek 26 - Detail měřeného úhlu závěsu	48
Obrázek 27 - Graf naměřených hodnot	51
Obrázek 28 - Rozhraní programu DGM po spuštění	52
Obrázek 29 - Rozdělení a definování úkonů	53
Obrázek 30 - První krok analýzy	53
Obrázek 31 - Výsledné hodnoty analýzy u držáku krytu rypadla	54
Obrázek 32 - Výsledné hodnoty analýzy u závěsu zadního krytu motoru	54
Obrázek 33 - Rozvrh současné časové spotřeby	55
Obrázek 34 - Rozvrh navrhované časové spotřeby	55
Obrázek 35 - Návod na aplikaci MTM-2 v softwaru iSC na lidskou práci	56
Obrázek 36 - DGI po nahrání videa a rozdělení na sekvence	56
Obrázek 37 - Předloha pro vyhodnocení kritických ergonomických poloh dle iSC	57
Obrázek 38 - Analýza první sekvence se špatně vytočeným zápěstím	57
Obrázek 39 - Navrhování zlepšení jednotlivých sekvencí	58
Obrázek 40 - Zapsání počtu kusů, PN a SUPS (vlevo) detail (vpravo)	58
Obrázek 41 - Výsledný výpočet úspor držáku krytu	59

Obrázek 42 - Výsledný výpočet úspor analýzy závěsu krytu motoru	59
Obrázek 43 - Analýza sekvence vkládání polotovaru do stroje	60
Obrázek 44 - Analýza sekvence měření	61
Obrázek 45 - Zásobník nástrojů Trumpf ToolShuttle	61
Obrázek 46 - Zásobník nástrojů Trumpf ToolMaster	62
Obrázek 47 - Ukázka laserového systému Easy Form Laser	63
Obrázek 48 - Ukázka dotykového systému ACB wireless	63

13. Seznam tabulek

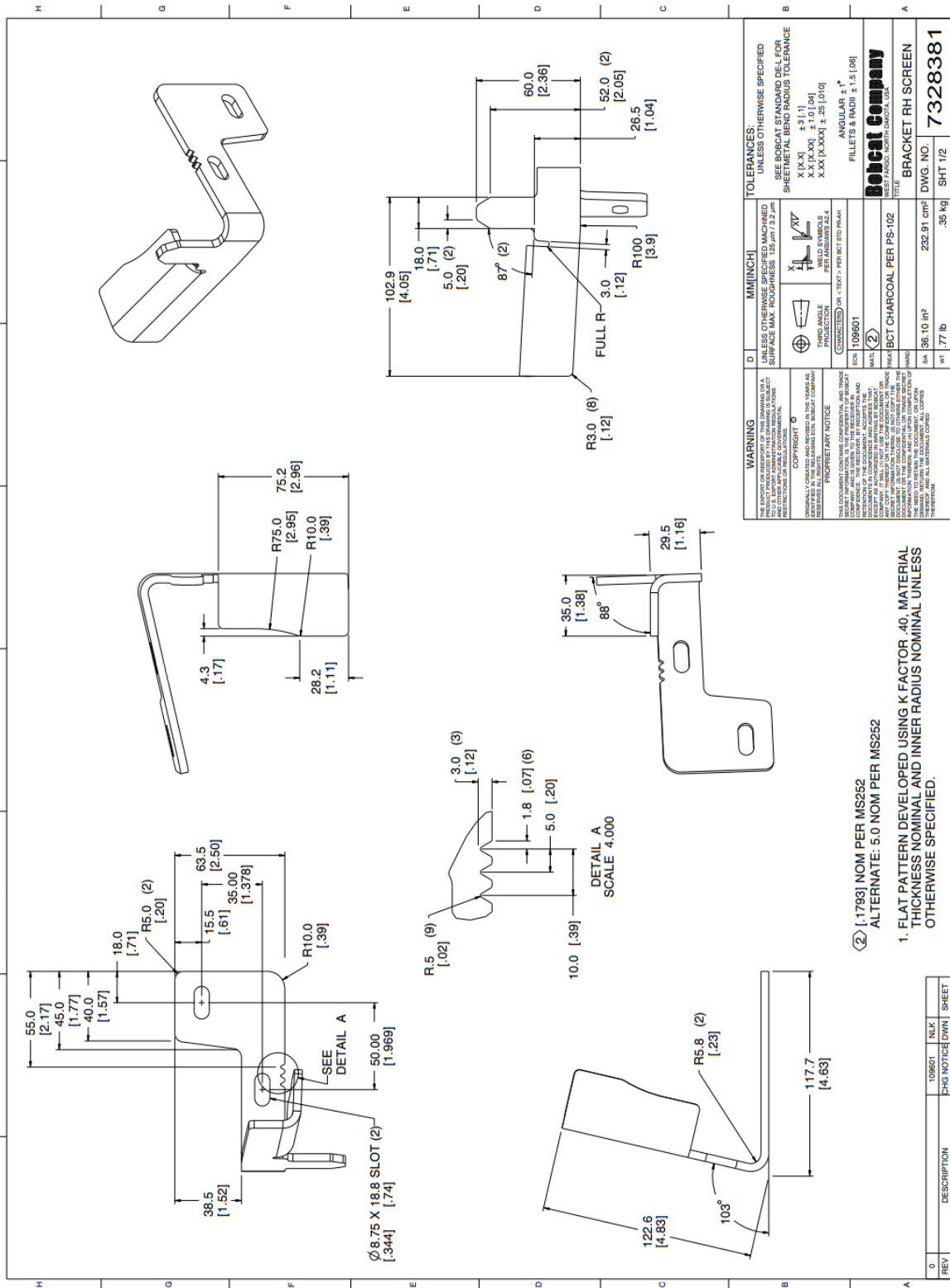
Tabulka 1 - Historie Doosan Bobcat Dobříš	12
Tabulka 2 - Nejčastější důvody plýtvání a ztrát	31
Tabulka 3 - CA systémy s konkrétními zástupci	38
Tabulka 4 - Parametry použitého stroje	43
Tabulka 5 - Naměřené hodnoty úhlů	50
Tabulka 6 - Výsledné hodnoty vypočítané způsobilosti.....	51
Tabulka 7 - Akumulované navržené optimalizace	65

14. Seznam příloh

Příloha č.1 – výkres držáku

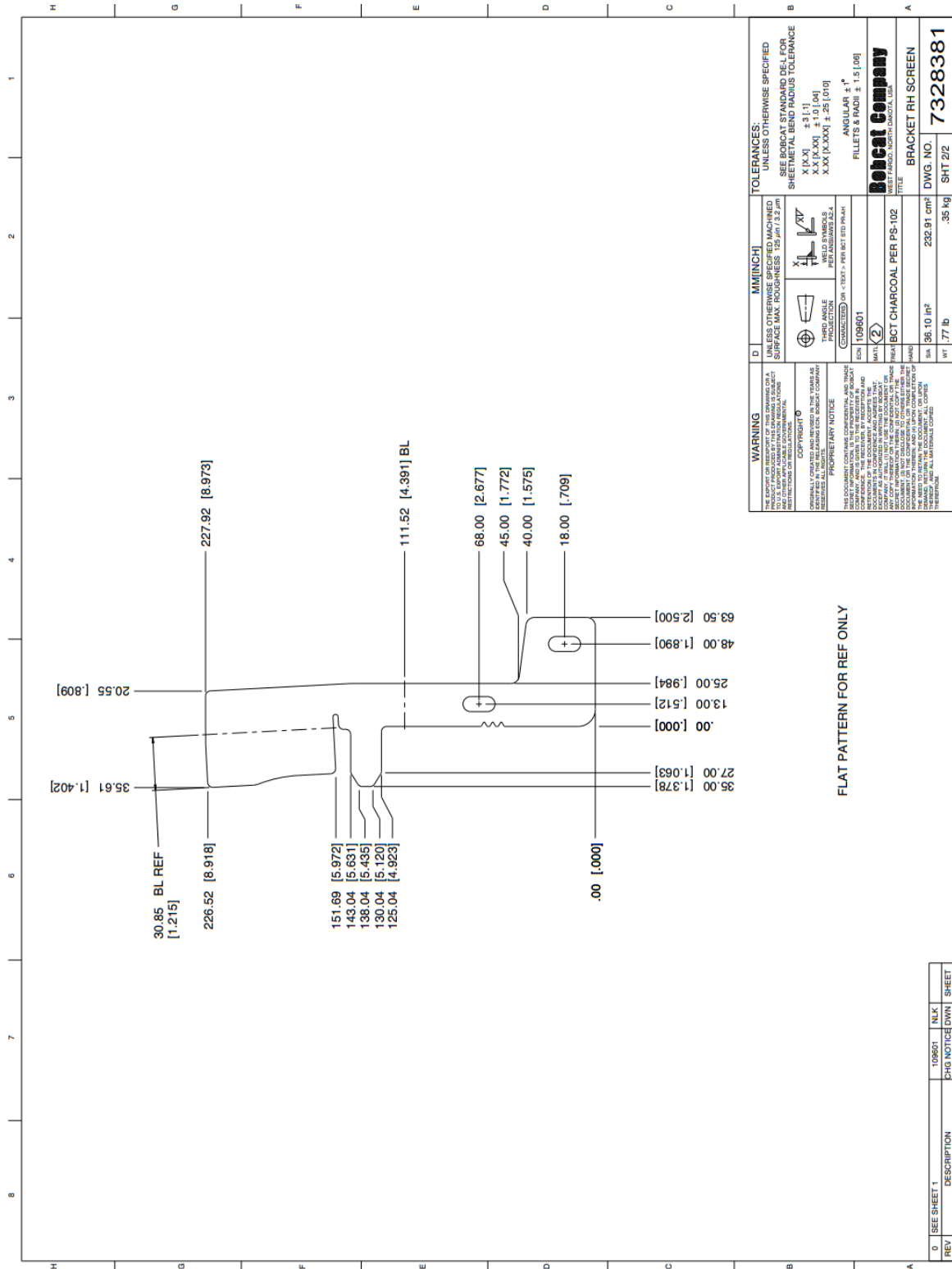
Příloha č.2 – výkres závěsu

Příloha č.1



② [.793] NOM PER MS252
 ALTERNATE: 5.0 NOM PER MS252

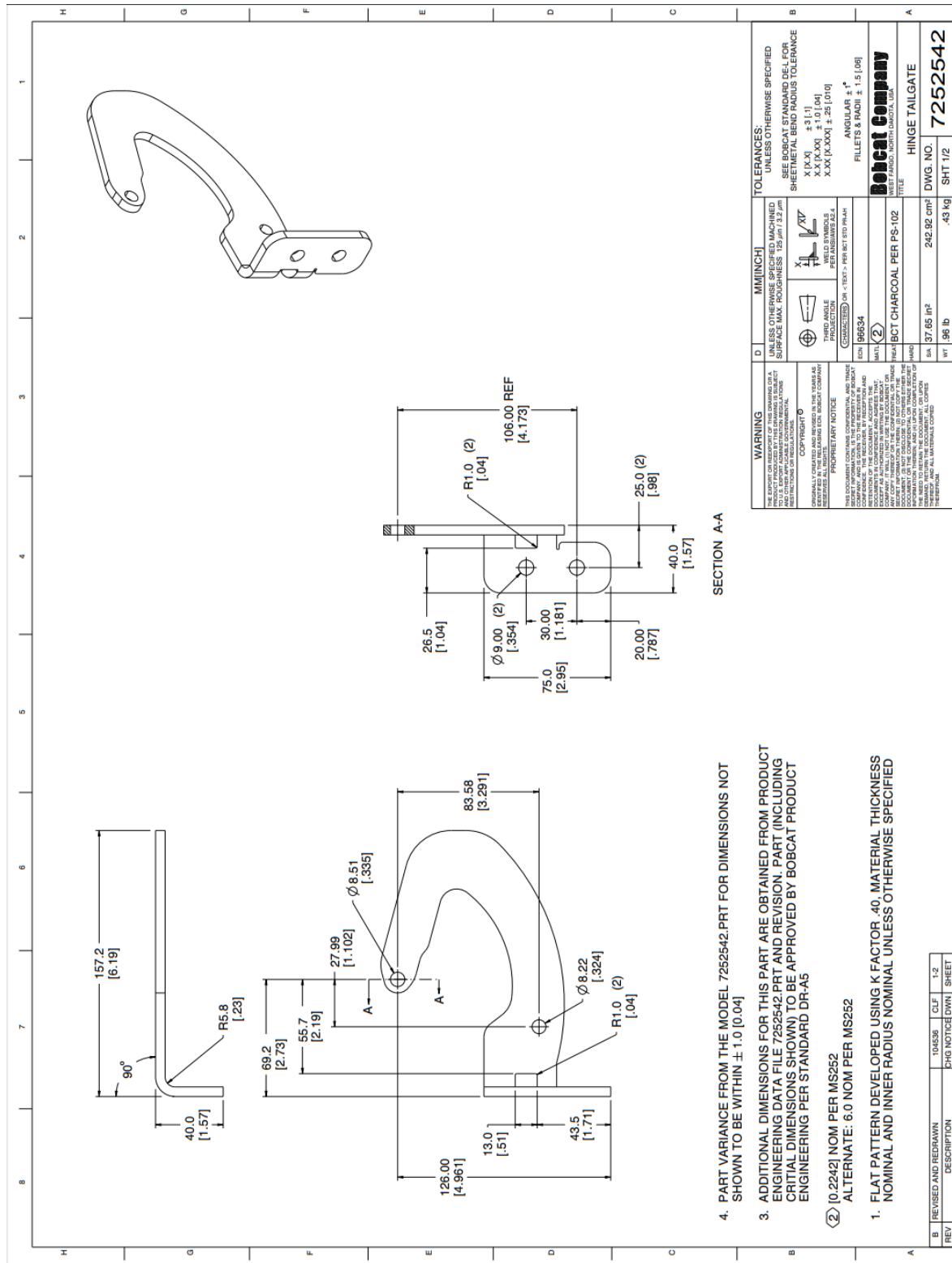
1. FLAT PATTERN DEVELOPED USING K FACTOR .40, MATERIAL THICKNESS NOMINAL AND INNER RADIUS NOMINAL UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.



FLAT PATTERN FOR REF ONLY

<p>WARNING</p> <p>THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF BOBCAT COMPANY. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE MANUFACTURE OF THE PARTS SPECIFIED HEREIN. IT IS NOT TO BE REPRODUCED, COPIED, OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM. ANY UNAUTHORIZED USE OF THIS DRAWING IS STRICTLY PROHIBITED. THE USER ASSUMES ALL LIABILITY FOR ANY DAMAGE OR INJURY RESULTING FROM THE USE OF THIS DRAWING.</p>		<p>D</p> <p>MM(INCH)</p> <p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED MACHINED SURFACE MAX. ROUGHNESS 125 μm / 3.2 μm</p>	<p>TOLERANCES:</p> <p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED SEE BOBCAT STANDARD DELI FOR SHEETMETAL BEND RADIUS TOLERANCE</p> <p>X [X.X] ± 3 [1]</p> <p>X.X [X.XX] ± 1.0 [0.04]</p> <p>X.XX [X.XXX] ± .25 [0.01]</p>
<p>PROPRIETARY NOTICE</p> <p>THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL AND TRADE SECRET INFORMATION AND IS THE PROPERTY OF BOBCAT COMPANY. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE MANUFACTURE OF THE PARTS SPECIFIED HEREIN. IT IS NOT TO BE REPRODUCED, COPIED, OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM. ANY UNAUTHORIZED USE OF THIS DOCUMENT IS STRICTLY PROHIBITED. THE USER ASSUMES ALL LIABILITY FOR ANY DAMAGE OR INJURY RESULTING FROM THE USE OF THIS DOCUMENT.</p>		<p>PROJECTION</p> <p>FIRST ANGLE</p> <p>PER ANSI Z39.1</p>	<p>ANGULAR ± 1°</p> <p>FILLETS & RADII ± 1.5 [0.08]</p>
<p>BOBCAT COMPANY</p> <p>109801</p> <p>BRACKET RH SCREEN</p>		<p>DATE: 10/9/01</p> <p>REV: 2</p> <p>BCT CHARCOAL PER PS-102</p>	<p>DWG. NO. 7328381</p> <p>SHT 2/2</p>
<p>REV 0 SEE SHEET 1</p> <p>DESCRIPTION</p>		<p>WT 7.7 lb</p> <p>SH 252.91 cm³</p> <p>35 kg</p>	

Příloha č. 2



SECTION A-A

4. PART VARIANCE FROM THE MODEL 7252542.PRT FOR DIMENSIONS NOT SHOWN TO BE WITHIN ± 1.0 [0.04]

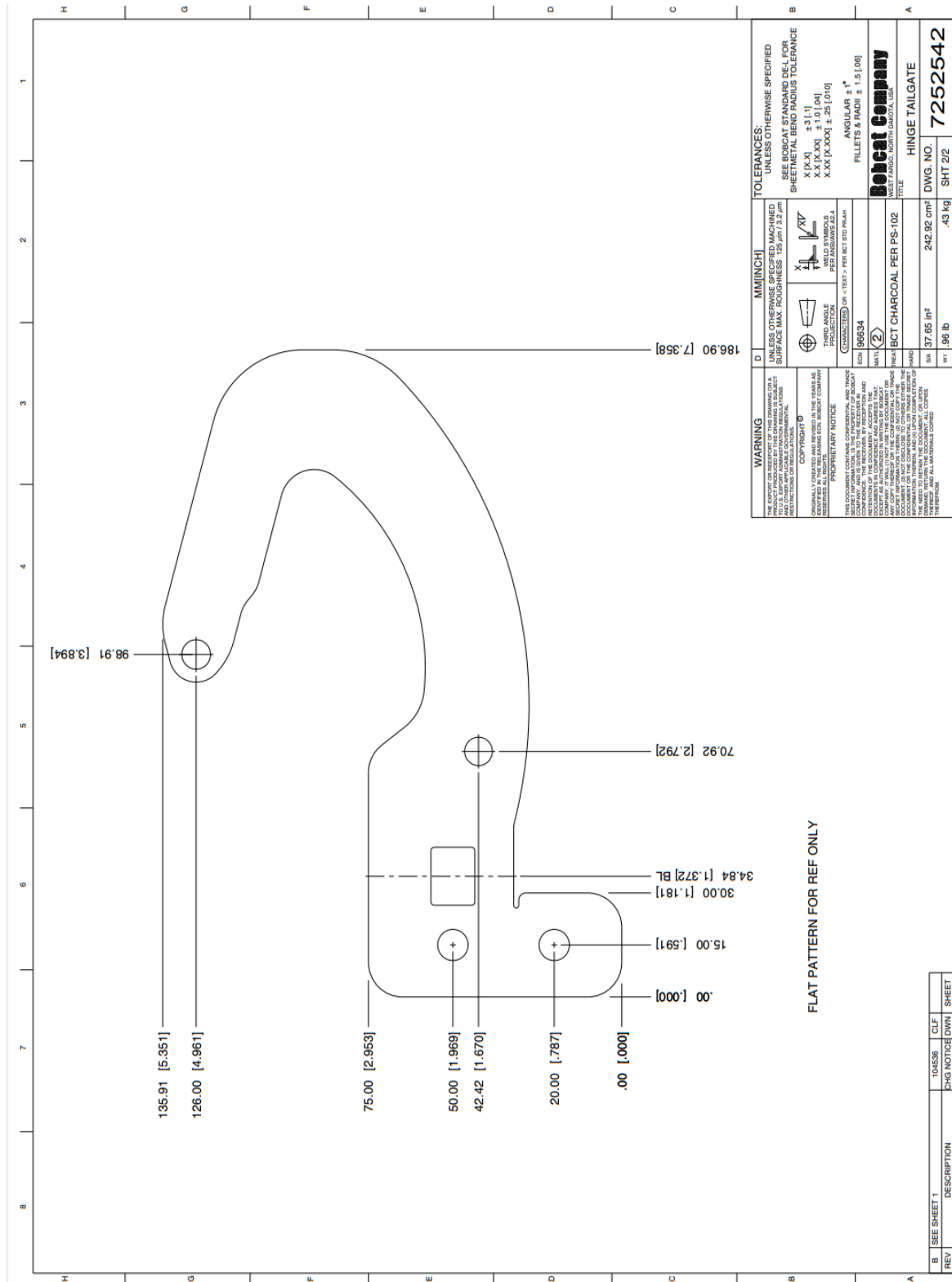
3. ADDITIONAL DIMENSIONS FOR THIS PART ARE OBTAINED FROM PRODUCT ENGINEERING DATA FILE 7252542.PRT AND REVISION. PART (INCLUDING CRITICAL DIMENSIONS SHOWN) TO BE APPROVED BY BOBCAT PRODUCT ENGINEERING PER STANDARD DR-A5

ALTERNATE: 6.0 NOM PER MS252

(2) (0.2242) NOM PER MS252

1. FLAT PATTERN DEVELOPED USING K FACTOR .40. MATERIAL THICKNESS NOMINAL AND INNER RADIUS NOMINAL UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

<p>WARNING</p> <p>THE REPORT OR REMOVAL OF THIS DRAWING DATA TO THE PUBLIC OR TO ANY OTHER PERSON, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE ORIGINAL DRAWING AUTHOR, IS STRICTLY PROHIBITED BY REGULATIONS.</p> <p>COPYRIGHT</p> <p>THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF BOBCAT COMPANY. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE SPECIFIC PROJECT AND FOR THE SPECIFIC PART IDENTIFIED IN THE DRAWING. IT IS TO BE KEPT IN CONFIDENTIALITY AND NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF BOBCAT COMPANY.</p> <p>PROPRIETARY NOTICE</p> <p>THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL AND TRADE SECRET INFORMATION. IT IS TO BE KEPT IN CONFIDENTIALITY AND NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF BOBCAT COMPANY.</p> <p>THE USER OF THIS DRAWING IS ADVISED THAT THE USER SHALL BE RESPONSIBLE FOR OBTAINING ALL NECESSARY MATERIALS AND MATERIALS SPECIFICATIONS TO COMPLETE THE PROJECT.</p>		<p>D</p> <p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p> <p>SEE BOBCAT STANDARD DEL. FOR SHEET METAL BEND RADIUS TOLERANCE</p> <p>X (X.X) ± 0.1 [1]</p> <p>X.X (X.XX) ± 0.0 [0]</p> <p>X.XX (X.XXX) ± .25 [010]</p> <p>ANGULAR ± 1°</p> <p>FILLETS & RADI ± 1.5 [06]</p>
<p>M</p> <p>MINI INCH</p> <p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p> <p>SEE BOBCAT STANDARD DEL. FOR SURFACE MAX. ROUGHNESS 125 μIN / 3.2 μM</p> <p>FINISH: PER DRAWING</p> <p>PRODUCTION: PER DRAWING</p> <p>COMPLETED OR TEXT: PER DTD PALM</p> <p>896534</p>	<p>TOLERANCES:</p> <p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p> <p>SEE BOBCAT STANDARD DEL. FOR SHEET METAL BEND RADIUS TOLERANCE</p> <p>X (X.X) ± 0.1 [1]</p> <p>X.X (X.XX) ± 0.0 [0]</p> <p>X.XX (X.XXX) ± .25 [010]</p> <p>ANGULAR ± 1°</p> <p>FILLETS & RADI ± 1.5 [06]</p>	
<p>REV</p> <p>REVISED AND REDRAWN</p> <p>DESCRIPTION</p> <p>104536</p> <p>CLF</p> <p>1-2</p> <p>CHG NOTICE DWN</p> <p>SHEET</p>	<p>BOBCAT COMPANY</p> <p>WEST FARGO, NORTH DAKOTA, USA</p> <p>TITLE: HINGE TAILGATE</p> <p>DWG. NO. 7252542</p> <p>SHT 1/2</p> <p>WT .37.05 lb</p> <p>242.92 cm³</p> <p>.43 kg</p>	



FLAT PATTERN FOR REF ONLY

WARNING THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL AND TRADE SECRET INFORMATION. IT IS THE PROPERTY OF BOBCAT COMPANY AND IS NOT TO BE REPRODUCED, COPIED, OR DISTRIBUTED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF BOBCAT COMPANY.	PROPRIETARY NOTICE THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL AND TRADE SECRET INFORMATION. IT IS THE PROPERTY OF BOBCAT COMPANY AND IS NOT TO BE REPRODUCED, COPIED, OR DISTRIBUTED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF BOBCAT COMPANY.	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED MACHINED SURFACE MAX. ROUGHNESS 125 µm / 5.2 µm SEE BOBCAT STANDARD DEL FOR SHEETMETAL BEND RADIUS TOLERANCE X [X.X] ± 3 [1] X.XX [X.XX] ± 1 [0.4] X.XX [X.XX] ± .25 [0.01]	TOLERANCES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED SEE BOBCAT STANDARD DEL FOR SHEETMETAL BEND RADIUS TOLERANCE X [X.X] ± 3 [1] X.XX [X.XX] ± 1 [0.4] X.XX [X.XX] ± .25 [0.01]
DEN 98654		ANGULAR ± 1° FILLETS & RADIUS ± 1.5 [0.06]	
BOBCAT COMPANY 10000 BOBCAT DRIVE, CHICAGO, IL 60642, USA		BOBCAT COMPANY 10000 BOBCAT DRIVE, CHICAGO, IL 60642, USA	
PART BCT CHARCOAL PER PS-102		HINGE TAILGATE	
PART 37.65 in ²	PART 242.92 cm ²	DWG. NO. 7252542	SHEET 2/2
PART .98 lb	PART .43 kg		

REV	DESCRIPTION	CLF	DWN	SHEET
B	SEE SHEET 1			