

Standardizace v oblasti výroby ve firmě ALTECH, spol. s r.o.

Bc. Ondřej Arijčuk

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav logistiky

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Ondřej Arijčuk
Osobní číslo:	L23077
Studijní program:	N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace:	Bezpečnost logistických systémů
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Standardizace v oblasti výroby ve firmě ALTECH, spol. s r.o.

Zásady pro vypracování

- Zpracujte teoretická východiska vztahující se k tématu diplomové práce.
- Proveďte analýzu současného stavu na pracovišti frézek ve firmě ALTECH, spol. s r.o.
- Zhodnotte výstupy provedené analýzy a navrhněte nové postupy a řešení v oblasti standardizace.
- Vámi navrhované postupy a řešení vyhodnotte ve vztahu k efektivitě výroby.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 978-1-4987-0887-6.
 2. JACOBS, F. Robert; BERRY, William L.; WHYBARK, D. Clay a VOLLMANN, Thomas E. *Manufacturing planning and control for supply chain management: the CPIM reference*. Second edition. New York: McGraw-Hill Education, [2018]. ISBN 978-1-260-10838-5.
 3. JANKELOVÁ, Nadežda. *Manažment*. Praha: Wolters Kluwer, 2022. ISBN 978-80-7676-263-3.
 4. PATERMANN, Jiří. *Lean dílenské řízení*. Praha: Grada, 2022. ISBN 978-80-271-3534-9.
 5. ŠVECOVÁ, Lenka a VEBER, Jaromír. *Produkční a provozní management*. Praha: Grada, 2021. ISBN 978-80-271-1385-9.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucí diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Romana Heinzová, Ph.D.**
Ústav logistiky

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2024**

Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne 25. 4. 2025

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší problematiku standardizace ve výrobě. Jejím cílem je navrhnout nové postupy a řešení v této oblasti na pracovišti frézek ve firmě ALTECH, spol. s r.o. Teoretická část obsahuje poznatky vztahující se k tématu práce a tvoří podklad k části praktické. V té je nejprve představena sama firma. K provedení analýzy současného stavu pracoviště byly využity metody sběru a zpracování dat, přímé pozorování, osobní dotazování, snímkování pracovního dne a chronometráž, které umožnily odhalit nepřesnosti u výrobních norem čas kusu. Praktickými výstupy jsou návrhy ke zlepšení stávající situace zahrnující standardizaci efektivních velikostí technologických dávek při obrábění a systematickou standardizaci norem čas kusu pomocí využití informačních technologií integrovaných ve výrobním informačním systému podniku, což povede k narovnání těchto norem a dosažení cíle práce.

Klíčová slova: měření, standardizace, strojní obrábění, technická norma, výroba, výrobní informační systém

ABSTRACT

The diploma thesis addresses the issue of standardization in production. Its objective is to design new procedures and solutions in this area at the milling machine workplace in the company ALTECH, spol. s r.o. The theoretical part contains knowledge related to the topic of the thesis and forms the basis for the practical part. At first there is the company introduced itself. To perform an analysis of the current state of the workplace, methods of data collection and processing, direct observation, personal interviews, workday analysis and chronometry were used, which made it possible to detect inaccuracies in piece time production standards. The practical outputs are suggestions for improving the current situation, including the standardization of effective sizes of technological batches during machining and the systematic standardization of piece time standards using information technologies integrated in the company's manufacturing execution system, which will lead to the correction of these standards and the achievement of the objective of the thesis.

Keywords: measurement, standardization, machining, technical standard, production, Manufacturing Execution System

Chtěl bych touto cestou poděkovat především vedoucí diplomové práce Ing. Romaně Heinzové, Ph.D. za konzultace, cenné rady a připomínky. Dále děkuji společnosti ALTECH, spol. s r.o. za absolvovanou praxi ve firmě a poskytnutí podkladů pro tvorbu této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni za podporu, kterou mi dávaly v průběhu studia.

OBSAH

ÚVOD.....	13
CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY.....	14
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 VÝROBA.....	16
1.1 DĚLENÍ VÝROBY.....	16
1.1.1 Podle míry plynulosti technologického procesu	16
1.1.2 Podle formy organizace výrobního procesu.....	17
1.1.3 Podle typu výroby	17
1.2 HISTORICKÝ VÝVOJ VÝROBY.....	18
1.3 PRŮMYSL 4.0.....	19
1.3.1 Roboty.....	20
1.3.2 Simulace.....	20
1.3.3 Rozšířená a virtuální realita	20
1.3.4 Digitální dvojče.....	20
1.3.5 Internet věcí.....	20
1.3.6 Big data	21
1.3.7 Cloud Computing.....	21
1.3.8 Aditivní výroba	22
1.3.9 Shrnutí a další vývoj.....	22
2 ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	23
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	23
2.1.1 Kaizen	24
2.1.2 Poka-Yoke.....	24
2.1.3 Six Sigma	25
2.1.4 DMAIC	26
2.2 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ.....	26
3 OPERATIVNÍ ŘÍZENÍ VÝROBY	27
3.1 PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY.....	27
3.2 PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY.....	28
3.2.1 ERP (Enterprise Resource Planning)	29
3.2.2 MES (Manufacturing Execution System).....	29
4 STANDARDIZACE	31
4.1 PŘÍNOSY STANDARDIZACE.....	32
4.2 NORMOVÁNÍ PRÁCE.....	33
4.3 ČASOVÉ STUDIE.....	34
4.3.1 Snímkování pracovního dne.....	35
4.3.2 Chronometráž.....	35
5 ZÁVĚREČNÁ KAPITOLA TEORETICKÉ ČÁSTI	36

II	PRAKTICKÁ ČÁST	37
6	PŘEDSTAVENÍ FIRMY ALTECH, SPOL. S R.O.	38
6.1	VÝROBNÍ ZAMĚŘENÍ.....	38
6.2	HISTORIE SPOLEČNOSTI	39
6.3	VÝZNAMNÉ INSTALACE FIRMY	40
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVÍŠTI FRÉZEK.....	41
7.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE O PRACOVÍŠTI	41
7.1.1	Organizace práce	42
7.1.2	Údržba	43
7.1.3	Kontrola kvality.....	44
7.2	MĚŘENÍ CELKOVÉ EFEKTIVITY ZAŘÍZENÍ	44
7.2.1	Vzorce pro výpočet CEZ.....	45
7.2.2	Přehled časových fondů.....	45
7.2.3	Kategorizace prostojů.....	46
7.2.4	Informace k měření.....	46
7.2.5	Vyčíslení dat pro výpočet CEZ	47
7.2.6	Výpočet CEZ.....	48
7.2.7	Zhodnocení vypočtené CEZ.....	49
7.3	MĚŘENÍ NORMY ČAS KUSU	50
7.3.1	Držák horního profilu.....	52
7.3.2	Držák zámku bariéry	54
7.3.3	Žebro.....	56
7.3.4	Závěs.....	58
7.3.5	Zhodnocení normování času kusu	60
8	SHRNUTÍ ANALYTICKO–EMPIRICKÉ ČÁSTI.....	62
9	NÁVRH STANDARDIZACE TECHNOLOGICKÝCH DÁVEK.....	63
9.1	DEFINE – DEFINICE CÍLE: STANDARDIZACE TECHNOLOGICKÝCH DÁVEK.....	63
9.2	MEASURE – MĚŘENÍ EFEKTIVITY TECHNOLOGICKÝCH DÁVEK	63
9.2.1	Pásnice – měření.....	64
9.2.2	Pánt 2 držiak 1 – měření.....	65
9.2.3	Palec mezizastávky – měření.....	66
9.3	ANALYZE – ANALÝZA EFEKTIVITY TECHNOLOGICKÝCH DÁVEK	67
9.3.1	Pásnice – analýza.....	68
9.3.2	Pánt 2 držiak 1 – analýza.....	68
9.3.3	Palec mezizastávky – analýza	69
9.3.4	Zhodnocení analýzy.....	69
9.4	IMPROVE – NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ STÁVAJÍCÍ SITUACE	71
9.5	CONTROL – IMPLEMENTACE NÁVRHŮ, STABILIZACE A KONTROLA.....	73
10	NÁVRH SYSTEMATICKÉ STANDARDIZACE NOREM ČAS KUSU	74
10.1	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU SYMPS	74

10.2	POPIS NÁVRHU	74
10.2.1	Obráběcí cyklus.....	75
10.2.2	Princip sběru dat pracovní aktivity zařízení.....	75
10.2.3	Princip sběru dat pracovní aktivity pracovníka.....	75
10.2.4	Postup zpracování dat a přínosy návrhu.....	77
10.3	ZHODNOCENÍ NÁVRHU VE VZTAHU K BEZPEČNOSTI.....	79
11	SHRNUTÍ APLIKAČNÍ ČÁSTI A PŘÍNOSY NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ	80
11.1	ČASOVÉ ÚSPORY (Z ROZSAHU) ZE SAMOTNÉHO PROCESU OBRÁBĚNÍ.....	80
11.2	ČASOVÉ ÚSPORY ZE SNÍŽENÍ ČETNOSTI PROSTOJŮ	80
11.3	SNÍŽENÍ NÁROČNOSTI PROCESU NORMOVÁNÍ	81
11.4	PŘESNĚJŠÍ PODKLADY PRO PLÁNOVÁNÍ VÝROBY A SLEDOVÁNÍ VÝKONNOSTI	81
11.5	ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI PROCESU OBRÁBĚNÍ.....	81
	ZÁVĚR	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	85
	SEZNAM OBRÁZKŮ	89
	SEZNAM TABULEK.....	90
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	91
	SEZNAM PŘÍLOH.....	92

ÚVOD

Podniky jsou v dnešní době vyzývány k dodržování principů bezpečnosti a udržitelnosti, přičemž stále usilují o naplňování základního smyslu své existence, tedy generovat zisk. K tomu je zapotřebí se neustále soustavně zlepšovat, nacházet lepší varianty provádění jednotlivých procesů, které povedou k dosahování jejich ekonomických cílů. Jedním z kroků směřujících k požadovanému zlepšování je standardizace.

Standardizace nachází uplatnění nejen ve sféře výroby, ale přesahuje i do celé řady jiných oblastí lidské působnosti. Její princip se odráží dokonce až v běžných rutinních činnostech každodenního života, kdy například následujeme obecně známé a užívané postupy při řešení praktických úloh. Lze říci, že se jedná o důležitý systematický nástroj či proces, jehož výstupem jsou tzv. normy (standarty) představující konkrétní jednoznačně ustanovenou opakovatelnou cestu vedoucí k požadovanému stavu nebo přímo tento samotný požadovaný stav, kdy zároveň můžeme posuzovat (kontrolovat), zdali došlo k jejímu/jeho naplnění, nebo nikoliv. Standardizace s sebou nese redukci prostoru pro variabilitu v řešení (provedení), potažmo nežádoucího plýtvání v jeho různých formách.

Téma diplomové práce vzešlo z mé vlastní iniciativy v době mého působení ve firmě ALTECH, spol. s r.o. na pracovišti frézek v rámci odborné praxe, když prováděná analýza současného stavu odhalila, že se zde vyskytují nepřesnosti v normách čas kusu, jež udávají množství času potřebného k obrobění jednoho dílce (kusu) daného druhu.

Hodnoty těchto norem se aktuálně liší od praktikované provozní skutečnosti, což ztěžuje přesnější plánování výroby a monitoring výkonnosti. Není přesně známo, jakým způsobem a za jakých okolností probíhalo normování, na jehož základě vznikly současně užívané normy. Velikosti aplikovaných technologických dávek při obrábění si určují pracovníci obsluhy CNC obráběcích center individuálně podle vlastního uvážení. Neexistují zde tedy standardizované postupy, které by jednoznačně udávaly zásady měření, ani pevně stanovené velikosti technologických dávek pro jednotlivé druhy dílců.

Diplomová práce se proto zabývá komplexnějším přístupem k řešení této problematiky, s očekávaným přínosem v podobě narovnání těchto norem. Díky tomu by pak došlo i ke zpřesnění výrobního plánu, respektive podpoření plynulosti a také funkčnosti provozu a dále ke zvýšení realističnosti výstupů sledování výkonnosti pracovníků či směn.

CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Cílem diplomové práce je navrhnout nové postupy a řešení v oblasti standardizace na pracovišti frézek ve firmě ALTECH, spol. s r.o., konkrétněji navrhnout standardizaci efektivních velikostí obráběných technologických dávek a narovnat normy čas kusu. Cílem této práce není vytvořit projekt ani zpracované návrhy rozebrat detailně po technické stránce věci, ale spíše srozumitelně vykreslit jejich základní podobu, princip a přínos. Cílem není ani zhotovit ekonomické propočty těchto návrhů, ale vyhodnotit je ve vztahu k efektivitě výroby.

Nejprve proběhlo širší seznámení se se současným stavem na pracovišti frézek, z něhož vyšlo najevo podezření, že normy čas kusu neodpovídají realitě, což se po prověření ukázalo jako pravdivé. To vedlo k sestavení návrhu standardizace velikosti technologických dávek (soudobě nestandardizované) s ohledem na jejich časovou efektivitu, aby byla zaručena smysluplnost navazujícího návrhu, a sice systematické standardizace norem čas kusu.

V průběhu zmíněného postupu vypracování diplomové práce byly použity metody:

- analýza a syntéza – všeobecně při zpracovávání teoretické i praktické části práce
- sběr a zpracování dat, přímé pozorování, osobní dotazování – všeobecně pro účely získávání dat a informací do praktické části práce
- snímkování pracovního dne (směny) – při měření celkové efektivity zařízení
- chronometráž a komparace – v případě měření norem čas kusu a porovnávání získaných dat s hodnotami ve výrobních příkazech
- indukce – při tvorbě návrhů, kdy z několika konkrétních výsledků měření vzešly obecné závěry
- DMAIC – pro sestavení návrhu standardizace technologických dávek

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Výroba je činnost, při níž dochází k transformaci jejích vstupů na výstupy. Její primární podmínkou jsou zdroje (činitele), tedy zmíněné vstupy (Flídr, 2023). Jakožto klíčová součást hodnototvorného řetězce uspokojuje potřeby zákazníka skrze vytváření těchto výstupů v podobě věcných statků a služeb (Tomek a Vávrová, 2014). Statky odpovídají produktům určeným pro spotřebu či směnu, služby úkonům, jež uspokojují danou poptávku. Výrobní proces zahrnuje 4 základní fáze od nákupu výchozího materiálu přes výrobu dílů (součástí) a podsestav až po finální výrobek. (Flídr, 2023)

S výrobou obecně souvisejí následující dva pojmy:

- **produktivita** – udává poměr mezi výstupem (výrobky, služby atd.) a vstupem (práce, materiál, energie aj.)
 - celková produktivita – výstup [ks] / vstup [Kč], v praxi se pracuje spíše s inverzní hodnotou, kde výsledkem jsou náklady na jednotku výstupu
 - dílčí produktivita – kupříkladu pouze produktivita práce nebo stroje
- **efektivita** – rovná se podílu mezi reálným a požadovaným (cíleným) výstupem (výrobky, služby, náklady [ks, Kč]) za určité časové období, vyjádřenému v % (Patermann, 2022)

1.1 Dělení výroby

Výrobu můžeme členit na základě několika faktorů. Mezi používaná dělení se řadí: dělení podle typu výroby, kdy je faktorem množství a počet druhů produkováných výrobků, dělení podle formy organizace výrobního procesu, kde se jednotlivé formy odlišují vybavením a uspořádáním procesu výroby, respektive řízením materiálových toků, a dělení podle míry plynulosti technologického procesu a další. (Jurová, 2016)

1.1.1 Podle míry plynulosti technologického procesu

- **plynulá (kontinuální)** – technologický proces není přerušován (a to ani ve dnech pracovního klidu), protože zastavení a rozběh výroby stojí vysoké náklady, proces výroby se odehrává v aparaturách propojených potrubními a (mezi)skladovacími zařízeními, uplatňována je kupříkladu v chemickém nebo hutnickém průmyslu

- **přerušovaná (diskontinuální či diskrétní)** – v tomto případě dochází k přerušování technologického procesu z důvodu nutnosti vykonání procesů netechnologických (doprava materiálu, výměna nástroje atd.), využívá ji například strojírenská nebo elektrotechnická výroba (Jurová, 2016)

1.1.2 Podle formy organizace výrobního procesu

- **proudová** – vyskytuje se zejména u hromadného typu výroby, proces výroby je zde dekomponován na jednotlivé operace až úkony, jež se provádějí na specializovaných pracovištích, která jsou uspořádána do proudových výrobních linek, výrobek jimi prochází rytmicky, v daném časovém sledu dle technologického postupu
- **skupinová** – objevuje se při sériové výrobě, pracoviště se specializují na konkrétní obdobné operace na jisté skupině dílů vzájemně si podobných jak z konstrukčního, tak i z technologického hlediska, základní výrobní zařízení je však univerzálnější (obráběcí centra apod.), takto zorganizovaná výroba přináší větší flexibilitu (nemusí mít pevně stanovený výrobní program aj.)
- **fázová** – využívá se v rámci neopakující se nebo nepravidelně opakující se výroby, umožňuje jednoduché provedení změny výrobního programu, výrobní jednotky jsou sestavovány na základě technologických zaměření, která se stávají prakticky jediným omezením vzhledem k výrobnímu sortimentu firmy, komponenty diferencovaných produktů (různých tvarů, funkcí nebo kvalit) procházejí stejnými technologicky specializovanými pracovišti (Švecová a Veber, 2021)

1.1.3 Podle typu výroby

- **kusová** – vyrábí se velký počet rozličných druhů produktů v malých množstvích
- **sériová** – výroba jednoho druhu produktů se opakuje v sériích (dle velikosti série se dále člení na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou výrobu)
- **hromadná** – je charakteristická produkcí jednoho či malého počtu druhů výrobků ve velkých množstvích (Jurová, 2016)

U sériově řízené výroby se typicky sleduje celková doba zpracování dávky, na kterou mají vliv zejména faktory jako velikost dávky, počet prováděných operací, technologický kusový čas jednotlivých operací, přípravný, seřizovací čas, čas mezioperačních přestávek a způsob, jakým je dávka předávána. Rozlišují se 3 způsoby předávání dávky:

- **postupný způsob předávání** – dávka je k následující operaci (na navazující pracoviště) předávána jako celek po dokončení operace/í na všech kusech dávky
- **souběžný způsob předávání** – předává se po jednotlivých kusech, po ukončení operace/í na kusu se kus postupuje k další operaci (na následující pracoviště)
- **smíšený způsob předávání** – jedná se o kombinaci dvou předešlých způsobů (Švecová a Veber, 2021)

V oblasti výroby se setkáváme hned s několika různými pojetími dávek, kterým je potřeba porozumět:

- **výrobní dávka (série)¹** – odpovídá náraz zadávanému množství do výroby, jehož výroba se obvykle s určitou pravidelností opakuje (Novák, 2006), jinde se lze setkat s významovým odlišením těchto dvou pojmů, kdy série značí řadu výrobků (dílů) téhož provedení, která obsahuje zpravidla několik výrobních dávek (Tomek a Vávrová, 2014)
- **technologická dávka** – „je dána množstvím výrobků současně opracovávaných na jednom stroji nebo ručně jedním pracovníkem.“
- **seřizovací dávka** – je definována počtem výrobků, jež jsou opracovávány popořadě v těsném časovém sledu, a to v době mezi dvěma po sobě jdoucími seřízeními výrobního zařízení
- **manipulační dávka** – představuje najednou manipulovaný (přepravovaný, překládaný atd.) počet výrobků (Tvrdoň a kol., 2018)

Flídr (2023) zmiňuje zajímavá fakta, a sice že co představuje pro některý podnik výrobu kusovou, vnímá jiný podnik jako výrobu sériovou. Proto je potřeba přistupovat k posuzování typu výroby individuálně na základě výrobního sortimentu firmy. Dále zdůrazňuje, že charakteristickým jevem je i současný výskyt více druhů výrob v rámci jednoho podniku.

1.2 Historický vývoj výroby

Wójcicki et al. (2022) píší, že společně s evolucí lidstva, které si prošlo postupnou přeměnou od společnosti „lovecké“ přes zemědělsky orientovanou, průmyslovou, informační až po tu současnou, která se nazývá jako super chytrá společnost, docházelo k souběžné transformaci

¹ V rámci praktické části diplomové práce odpovídá 1 výrobní dávka 1 sérii, jak uvádí autor Novák (2006).

výrobních modelů. S touto transformací souvisejí tzv. průmyslové revoluce jakožto stěžejní milníky. Nejzásadnější etapy průmyslového vývoje zachycuje následující obrázek:



Obrázek 1 Historický vývoj výroby

(zdroj: vlastní zpracování dle Wójcicki et al., 2022)

Počátky 1. průmyslové revoluce sahají do 18. století. Výrazný rozvoj zaznamenala v průběhu následujícího 19. století. Přinesla mechanické prvky, které usnadňují výrobní procesy díky využití vodní energie, páry nebo obráběcích strojů. Ke 2. průmyslové revoluci došlo na konci 19. století. Ve výrobě se začala používat elektřina a prosazovat hromadná výroba. Kolem roku 1970 přišla v pořadí již 3. průmyslová revoluce. Započaly se uplatňovat informační technologie a elektronika s cílem automatizovat výrobní úlohy. A v roce 2011 zástupci z řad podnikatelských, politických a také akademických kruhů v Německu společně představili iniciativu „Industrie 4.0“, což odstartovalo 4. průmyslovou revoluci. (Fakhri et al., 2021)

1.3 Průmysl 4.0

Čtvrtá průmyslová revoluce, známá také jako Průmysl 4.0 (Industry 4.0), pramení z rychlého rozvoje digitálních technologií (Suleiman et al., 2022). Cílem je digitalizace a automatizace průmyslových procesů prostřednictvím integrace informačních a komunikačních technologií (ICT) (Habib et al., 2022). Podle Oladele et al. (2024) je Průmysl 4.0 úzce spjat s kyber-fyzikálními systémy (propojení fyzických systémů s počítačovými modely). Kyber-fyzikální výrobní systém pak umožňuje efektivní flexibilní výrobu vysoce kvalitních specifických produktů.

Suleiman et al. (2022) dále uvádějí, že neustálý technologický pokrok nutí organizace přizpůsobovat se, a tím se vypořádávat se změnami, aby si udržely svou pozici na trhu. Již nyní existuje řada technologií a systémů, jako jsou roboty, simulace, rozšířená a virtuální realita, digitální dvojče, internet věcí, big data, cloud computing či aditivní výroba a tak dále, které pomáhají různým odvětvím zvyšovat výkon a dosahovat lepší produktivity. A právě tyto technologie tvoří součást širšího konceptu, který se nazývá Průmysl 4.0.

1.3.1 Roboty

Roboty jsou zařízení pro průmyslovou automatizaci univerzálního využití. Disponují řídicím systémem, komplikovaným systémem uzlů, pohonů, snímačů a mechanickým aparátem nahrazujícím ruku člověka. Roboty lze naprogramovat k provádění různých úkolů (včetně těch pro člověka nepříjemných a nebezpečných) v procesu výroby, které zvládnou vykonat s vyšší efektivitou, přesností a v těžších podmínkách než člověk, a při minimálním lidském zapojení. (Habib et al., 2022; Jurová, 2016; Paksoy et al., 2021)

1.3.2 Simulace

Jedná se o metodu, která zpravidla prostřednictvím informačních technologií vykresluje hypotetický vývoj zkoumaných jevů v rámci stanovených podmínek. Podstatou simulace je napodobit existující systém, jenž má být předmětem řešení. Simulace slouží zejména pro zjišťování účinků v případě provedení určitých rozhodnutí (změn), a to hlavně v situacích, kdy by experimentování s reálným systémem bylo náročné a přinášelo ztráty. (Jurová, 2016)

1.3.3 Rozšířená a virtuální realita

Obě tyto informační technologie poskytují nepřímou zkušenost. V případě virtuální reality je kompletně vytvářen virtuální prostor, který interaguje s lidskou smyslovou soustavou. Oproti tomu rozšířená realita zprostředkovává pouze vizualizaci prvků počítačové grafiky jejich zasazením do reálného prostředí. (Habib et al., 2022)

1.3.4 Digitální dvojče

Za tzv. digitální dvojčata se označují virtuální kopie fyzického světa vznikající za použití informačních technologií na základě zhotovení digitálních modelů. (Švecová a Veber, 2021)

1.3.5 Internet věcí

Internet věcí představuje síť, která zajišťuje komunikaci mezi „věcmi“ (předměty nebo zařízeními) pomocí senzorů prostřednictvím infrastruktury informačních a komunikačních technologií, což přináší možnost monitorovat situaci a reagovat na ni (řídit ji), a to v reálném čase. (Habib et al., 2022)

Mekid (2021) popisuje internet věcí (Internet of Things = IoT) jako něco, co umožňuje propojovat jednotlivá zařízení na základě síťové konektivity a sbírat a zpracovávat data pro koncového uživatele hned z několika „senzorových uzlů“ (zařízení disponujících senzory) současně, přičemž komunikace probíhá bezdrátově. Konkrétní řešení IoT lze tedy vykreslit

jako síť fyzických zařízení s vestavěnou elektronikou, softwarem, senzory, akčními členy a síťovou konektivitou, která dokáže identifikovat, shromažďovat a vyměňovat data.

Implementace IoT a inteligentních senzorů do výrobních systémů změnila v posledních několika desetiletích perspektivu světového trhu. Přinesla vyšší efektivitu výroby, kvalitu produktů a spokojenost zákazníků. (Musthafa et al., 2020)

IoT sestává ze 4 hlavních součástí:

- **zařízení** – všechna používaná zařízení (stroje ve výrobním procesu), opatřena senzory k zachycení informace například o teplotě, vlhkosti, tlaku, čase atd.
- **konektivita** – zabezpečuje přenos daných informací získaných prostřednictvím systému sběru dat shromažďujícího a ukládajícího výstupy ze senzorů
- **data** – klíčový prvek této architektury, odesílána na cloudový server
- **hodnota** – informace, které se zobrazují v aplikacích (systémech) pro zachycení přenesených dat (Habib et al., 2022)

Díky přesnému monitorovacímu systému lze účinně snižovat chybovost při zpracování výstupních dat a porovnávat požadované pracovní časy se skutečnými. Systém dokáže graficky zobrazit a interpretovat efektivitu výroby autonomně na platformě palubní desky. Dále může celý proces pozorovat a detekovat jakékoli abnormality, které se objeví na celé montážní lince. (Musthafa et al., 2020)²

1.3.6 Big data

Big data, v češtině někdy „velká data“, jsou cenným informačním zdrojem. Konkrétně jde o relevantní, velkoobjemová, rozmanitá a zároveň také strukturovaná data, zpracovávána a ukládána velkou rychlostí. Mohou být sesbírána při vlastních monitorovacích aktivitách podniku, například prostřednictvím IoT, nebo ze zdrojů veřejných atd. Big data se ukládají na interních serverech či cloudu. (Švecová a Veber, 2021)

1.3.7 Cloud Computing

Cloud Computing představuje výpočetní službu, která přes internet uživatelům poskytuje funkcionality ukládání, sdílení nebo zpracovávání velkých objemů dat na velkokapacitním vzdáleném úložišti. Uživatel má tak možnost přístupu a práce s daty po připojení k internetu

² Internetu věcí je zde věnována větší pozornost z důvodu jeho značné souvislosti s praktickou částí práce.

z libovolného zařízení odkudkoliv, což ale na druhou stranu znemožňuje případný výpadek elektrické energie či internetu. Citlivá data je dále nutné šifrovat. Variantu pronajímání si cloudového úložiště za úplatu lze však oproti provozování vlastního úložiště považovat za finančně výhodnější. (Habib et al., 2022; Švecová a Veber, 2021)

1.3.8 Aditivní výroba

Technologie aditivní výroby umožňuje vyrábět požadované trojrozměrné předměty. Jedná se o způsob výroby produktů založený na principu spojování materiálů vrstvu po vrstvě (vrstvení) na základě podkladových digitálních informací. (Habib et al., 2022)

1.3.9 Shrnutí a další vývoj

Průmysl 4.0 má velký potenciál dále transformovat výrobní tok a změnit komunikaci mezi lidmi a stroji, interakci mezi dodavateli, výrobcí a zákazníky a přispět ke zlepšení průmyslu nejen v provozním, ale i v ekonomickém a environmentálním měřítku (Suleiman et al., 2022). Někteří autoři, například Oladele et al. (2024), hovoří dále o Průmyslu 5.0. Ten klade důraz na přesnost, efektivitu a sníženou lidskou námahu díky využití spolupráce člověka s robotem (tzv. cobotem). Chourasia et al. (2023) popisují dokonce futuristický koncept Průmyslu 6.0, jehož cílem by mělo být nastavit synergii mezi člověkem a robotem při zahrnutí řady technologií, jako jsou kvantové výpočty, umělá inteligence, strojové učení aj.

2 ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

V dnešní dynamické době je neustále vyvíjen tlak na zrychlování a zlepšování procesů. Absence jejich systematického zlepšování proto vede až ke ztrátě konkurenceschopnosti výrobních podniků. Zlepšování procesů probíhá postupně v následujících krocích:

1. popsání důvodů pro zlepšení aktuálního stavu
2. zúžení problému
3. vytyčení cíle
4. analýza kořenových příčin
5. tvorba nápravných opatření
6. implementace nápravných opatření
7. vyhodnocení stavu po implementaci nápravných opatření
8. standardizace nového stavu

Ideální cíl není nikdy dosažitelný, z toho důvodu nikdy nemůže skončit ani zlepšování (Patermann, 2022). Těmito slovy lze příznačně uvést následující podkapitolu.

2.1 Štíhlá výroba

„Lean je způsob uvažování o vytváření potřebné hodnoty s méně zdroji a menším plýtváním. A Lean je praxe sestávající z neustálého experimentování s cílem dosáhnout dokonalé hodnoty s nulovým plýtváním. Štíhlé myšlení a praxe se vyskytují společně.“ (Lean Enterprise Institute, © 2025)

Filozofie štíhlé výroby neboli Lean Manufacturing byla vyvinuta v 50. letech 20. století z japonského Toyota Production System (TPS). Představovala klíč k úspěchu japonských společností (zejména podnikajících v automotive) a rychle se ujala ve zpracovatelském průmyslu po celém světě. Cílem této praxe je minimalizovat výrobní náklady a zvýšit zisky. Tato metoda zlepšování výroby se neustále vyvíjí a v průběhu desetiletí se přizpůsobuje potřebám společnosti a novým technologiím. V průběhu let dala vzniknout souboru metod a nástrojů sloužících pro měření výkonnosti výrobních procesů na základě nákladů, kvality a průběžné doby výroby. Štíhlá výroba stojí na principu tahu (pull), výroby podle požadavků zákazníka. Mezi její další charakteristické znaky můžeme zařadit využívání Just-in-Time (produkce správné položky, ve správný čas a správném množství), strategie zlepšování,

standardizaci, důraz na bezvadnou výrobu a snižování plýtvání. Plýtvání (MUDA) znamená cokoliv, za co není zákazník ochoten zaplatit viz obrázek níže. (Dennis, 2016; Dossou et al., 2022; Musthafa et al., 2020)



Obrázek 2 MUDA

(zdroj: vlastní zpracování dle Dennis, 2016)

Shrnutí poskytuje Jankelová (2022), která tvrdí, že štíhlý management usiluje o eliminaci všech procesů a zdrojů, které podniku nepřinášejí přidanou hodnotu.

2.1.1 Kaizen

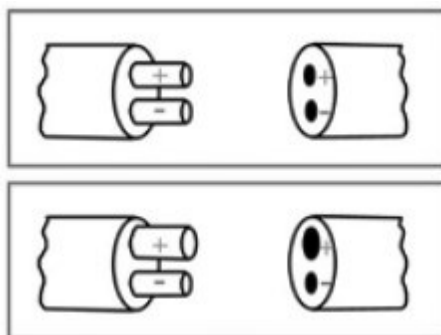
Lean si zakládá rovněž na přístupu Kaizen, který se vyznačuje každodenní vzájemnou kooperací všech členů na identifikaci a řešení problémů ve všech procesech (Patermann, 2022). Jedná se o koncept neustálého zlepšování (Jankelová, 2022). Název vznikl spojením japonských slov „kai“ a „zen“, překládaných do českého jazyka jako „cesta ke zlepšení“. (Nedeliaková a Štefánková, 2023)

Kaizen reprezentuje nový způsob managementu, který se opírá o vytyčení priorit, dále standardizaci a zlepšování stávajících subsystémů, na kterém se podílejí zaměstnanci každé úrovně podniku od dělníků až po pracovníky vrcholového managementu. Realizace Kaizen vyžaduje změnu firemní kultury, jejímž středem jsou výroba a zaměstnanci. (Dupal, 2018)

2.1.2 Poka-Yoke

Nástroj zvaný jako Poka-Yoke se uplatňuje při hledání způsobů, jak odstranit nebo alespoň minimalizovat zjištěné potenciální chyby v procesech, kde existuje prostor pro lidské chyby,

které mohou pramenit z nepozornosti při výkonu stereotypní činnosti. Jedná se o nejruznější opatření technického charakteru, popřípadě signální a další zařízení, skrze něž lze předejít pochybením. Poka-Yoke v podstatě technicky vylučuje jakékoliv jiné řešení, než to správné, což výstižně ilustruje obrázek níže. (Goetsch a Davis, © 2016; Švecová a Veber, 2021)



Obrázek 3 Princip Poka-Yoke

(zdroj: vlastní zpracování dle Švecová a Veber, 2021)

2.1.3 Six Sigma

Metodika Six Sigma se opírá o výkonné techniky a nástroje s cílem dosahovat statisticky zvládnutých procesů, zkracovat časy a eliminovat defekty, zajišťovat požadovanou kvalitu, tedy přinést firmám konkurenční výhodu. K odhalení chyb a zlepšování výkonnosti používá statistické metody. „Sigma“ jakožto písmeno řecké abecedy značí ve statistice směrodatnou odchylku, která je druhou odmocninou rozptylu. Podniky usilují o snižování těchto odchylek (variability) od střední hodnoty v procesech a také o fungování ve stanovených tolerančních mezích směrem k ideálu v podobě úrovně Six Sigma, jež představuje bezchybné zvládnutí procesu na 99,9999998%, což odpovídá 3,4 defektům na milion příležitostí. (Nedeliaková a Štefancová, 2023)

Podle autorů Goetsch a Davis (© 2016) tvoří základnu tohoto konceptu pro zlepšování procesů těchto 6 kroků:

1. Identifikace charakteristik produktu požadovaných zákazníky
2. Klasifikace charakteristik z hlediska jejich kritičnosti
3. Určení, zda jsou tyto charakteristiky řízeny součástkami a/nebo procesem
4. Stanovení maximální přípustné tolerance pro každou z těchto charakteristik
5. Určení procesní variace pro každou klasifikovanou charakteristiku
6. Změna produktu, procesu či obojího pro dosažení procesního výkonu Six Sigma

Z díla dvojice Nedeliaková a Štefancová (2023) vyplývá, že Six Sigma je úzce spjatá se strukturovaným modelem DMAIC, který označují přímo za její základ.

2.1.4 DMAIC

Nástroj DMAIC se používá k identifikaci problémů, rozvíjení návrhů na zlepšení procesu, vytváření řešení, která zajistí, že se již tyto problémy nebudou opakovat. DMAIC nemusí být výhradně jen součástí Six Sigma, ale může být použit i jako rámec pro jiné aplikace za účelem zlepšování. Název nástroje vznikl z počátečních písmen slov: Define (definovat), Measure, (měřit), Analyze (analyzovat), Improve (zlepšovat), Control (řídit). Tyto kroky je nezbytné provádět všechny a v uvedeném pořadí. (Richards a Grinsted, 2016)

- **Define** – definování (určení) problému nebo oblasti zlepšování
- **Measure** – přesnější poznání problému za pomoci kvantifikace, měření, užití statistických metod (Švecová a Veber, 2021)
- **Analyze** – analyzování dat získaných v předcházejícím kroku s cílem poznat současný stav (chování procesu), dále identifikovat klíčové vstupní proměnné, příčiny plýtvání (Goetsch a Davis, © 2016; Nedeliaková a Štefancová, 2023)
- **Improve** – samotné navržení změn, které povedou ke zlepšení stávajícího stavu (Švecová a Veber, 2021)
- **Control** – implementace systému řízení a kontroly procesů pro zajištění jejich udržitelnosti, stabilizace provedených změn (Nedeliaková a Štefancová, 2023)

2.2 Celková efektivita zařízení

Ukazatel celkové efektivity zařízení (CEZ) neboli Overall Equipment Effectiveness (OEE) představuje mezinárodně rozšířený standard ve výrobních podnicích sloužící ke stanovování (měření) efektivity pracovišť, na kterých převažuje strojní práce. CEZ vychází ze 3 dílčích ukazatelů. Jedná se o dostupnost, výkon a kvalitu. (Jurová, 2016; Patermann, 2022). CEZ lze vnímat jako určitý příklad metody reportingu či controllingu, jež podnikům poskytuje objektivní informace v oblasti efektivity využití výrobního zařízení. Výsledná hodnota CEZ se udává v procentech. Za skvělý výsledek se považuje dosažení 70 až 80 %, dobrý výsledek se pohybuje v rozmezí 50 až 70 % a špatný značí hodnota pod úrovní 50 %. (Flídr, 2023)

Konkrétní postup a vzorce pro výpočet celkové efektivity zařízení jsou uvedeny v rámci podkapitoly 7.2 v praktické části práce.

3 OPERATIVNÍ ŘÍZENÍ VÝROBY

Operativní management výroby se zabývá řízením transformačního procesu materiálů, práce a kapitálu na produkty či služby. Věnuje se tedy zkoumání a zlepšování operací vedoucích k vytváření výstupů. V dnešní době klade značný důraz na oblast kvality, služeb zákazníkům a konkurence. Mezi nejběžněji využívané metody a nástroje operativního řízení lze zařadit kontrolu kvality, prognózování, systémy plánování (například kapacit), systémy řízení zásob a projektů, analýzu nákladů a výnosů a dále techniky měření práce a zvyšování produktivity. (Jankelová, 2022)

Dupaľ (2018) píše, že se jedná o systém řídicích činností přímo zabezpečujících optimální průběh procesu výroby za maximálního a hospodárneho využití veškerých vstupů. Udává: co, kdo, kde a kdy má vyrábět. Stěžejním úkolem operativního řízení je odvádět co nejefektivnější práci. To znamená efektivně využívat výrobní zařízení a pracovníky, plnit daný plán v požadovaném množství, sortimentu a kvalitě, zkracovat průběžnou dobu výroby produktů, snižovat stavy zásob a rozpracované výroby atd.

3.1 Plánování a řízení výroby

Klíčovou roli na cestě k úspěchu každé výrobní společnosti hraje efektivně nastavený systém plánování a řízení výroby. Plánování a řízení výroby se týká veškerých aspektů výroby od správy materiálů, přes stroje a zaměstnance až po dodávky zákazníkům. (Jacobs et al., [2018])

Předmětem těchto aktivit je zajistit, aby byly v souladu s výrobním plánem k dispozici správné suroviny, ve správném množství a na správném místě, obdobně také zaměstnanci a výrobní zařízení. Výsledek úspěšného plánování a řízení výrobních činností reprezentuje včasné dodání efektivně vyrobeného zboží zákazníkovi. (Siemens, © 2025)

V rámci plánování a řízení výroby se nelze zaměřovat pouze na úzce vymezené cíle výroby (provádění bezvadných výkonů při nízkých nákladech a za vysoké míry využití kapacit), ale naplňovat i širěji formulované požadavky vyplývající z celkové logistické strategie daného podniku, či dokonce z celého logistického řetězce. Zmíněné požadavky se dotýkají:

- výrobního sortimentu,
- objemu výroby,

- specifikací výroby,
- termínů ukončení úkolů,
- způsobu značení,
- nákladů a výnosů.

Při plánování i následném vlastním řízení výroby je bezpodmínečně nutné respektovat některá omezení jako kupříkladu kapacity pracovišť, pracovníků, skladů i manipulačních prostor, technologické postupy, údržbové plány, dále termíny dosažitelnosti vstupních surovin (materiálů a polotovarů), hygienické předpisy a případně expirační lhůty produktů. (Bazala a kol., 2018)

Dle Jurové (2016) operativní řízení výroby zahrnuje soubor manažerských aktivit vedoucích k zabezpečení plánovaného průběhu výrobního procesu s ohledem na maximálně efektivní využití výrobních vstupů. Vzhledem ke krátkodobému charakteru rozhodování v rámci operativního řízení je třeba zajistit co nejvyšší periodicitu sběru dat, respektive jejich aktualizace, aby mohla získaná data účelně sloužit jako podklad používaný pro řešení otázek operativního managementu. Mezi příznačné limity operativního řízení výroby patří:

- časový horizont plánování a řízení výrobního procesu (měsíc, týden atd.)
- podrobnost plánování až pro jednotlivá pracoviště
- operativní management výroby probíhá na nejnižší organizační úrovni (dílny)

Otázka plánování a řízení výroby v dnešní době už prakticky vyžaduje digitální přístup. Díky softwarovému řešení pro plánování a řízení výroby lze vytvářet a implementovat komplexní plány, které propojují zdroje včetně pracovníků, výrobní operace, zařízení a produkty, což vede k zefektivnění provozu. Takovéto vzájemné propojení na digitální bázi společností umožňuje shromažďovat a opakovaně využívat získané poznatky pro neustálé zlepšování. (Siemens, © 2025)

3.2 Podnikové informační systémy

Organizace i realizace informačních toků procházejí společně s vývojem informačních technologií dynamickými změnami. Na rozdíl od minulosti, dnes lze informace přenášet elektronicky, a to na bázi kabelového či bezdrátového spojení. Systémy, které shromažďují a zpracovávají informace a umožňují okamžitou reakci za pomoci výpočetní techniky, se

nazývají jako informační systémy (IS). Tyto systémy nacházejí uplatnění i ve firmách. Podnikové IS se dělí do několika kategorií, k nimž patří například následující:

- **ERP** – IS pro plánování a řízení podniku a obchodních procesů
- **MES** – IS zabezpečující řízení výroby
- **CRM** – IS pro řízení vztahů se zákazníky
- **HRM** – IS na podporu řízení lidských zdrojů
- **SCM** – IS pro řízení dodavatelského řetězce atd. (Kubasáková a kol., 2017)

Z výše zmíněných informačních systémů budou blíže popsány ERP a MES, které mají souvislost s praktickou částí práce.

3.2.1 ERP (Enterprise Resource Planning)

Enterprise Resource Planning (česky plánování podnikových zdrojů) jsou systémy, které v dnešní době větší firmy běžně využívají k podpoře plánování a řízení výroby. Známí dodavatelé softwaru jako SAP, Oracle apod. nabízejí nejmodernější software navržený tak, aby poskytoval data v reálném čase pro dosažení vyšší kvality rutinního rozhodování, zlepšoval efektivitu zpracování transakcí, podporoval integraci mezi funkcemi a poskytoval lepší přehled o tom, jak by měl být provoz veden. (Jacobs et al., [2018])

Podle Kubasákové a kol. (2017) zajišťuje ERP integraci a automatizaci široké palety podnikových procesů spojených s výrobou, prodejem, logistikou, distribucí, účetnictvím, správou majetku či údržbou. Systémy plánování podnikových zdrojů se propisují do všech úrovní podnikové architektury a podílejí se také na zvyšování efektivity klíčových procesů ve firmě. Stěžejní úlohou ERP je vytvořit oporu podnikovým procesům a evidenci dat nezbytných pro zdárné řízení firmy.

3.2.2 MES (Manufacturing Execution System)

Flídr (2023) uvádí, že Manufacturing Execution System se do českého jazyka překládá zpravidla jako výrobní informační systém. Z díla tohoto autora se lze dozvědět, že výrobní informační systémy umožňují propracovaný sběr dat (týkajících se množství produkce nebo času trvání činnosti aj.) prostřednictvím moderních výrobních technologií, jež disponují vlastními řídicími systémy, a vzájemné propojení dat vytěžených z těchto systémů. Obvykle se jedná o komunikaci s řídicím programovatelným automatem PLC (Programmable Logic Controller), který umožňuje řídit a opakovat totožné výrobní cykly. Díky MES pak můžeme

skrze sběr dat z PLC či jiných řídicích systémů sledovat případné odchylky od optimálních hodnot, například dobu provádění určité operace v závislosti na jednání operátora výroby obsluhujícího stroj, a provádět tak kontrolu jeho práce (plnění norem), a to navíc online v rozhraní mobilních technologií. Výrobní zařízení je dále možné za účelem sběru dat osadit nejrůznějšími čidly nebo relé (zejména stroje bez automatizovaných řídicích systémů).

Informační systémy MES podporují operativní řízení výroby. Zprostředkovávají vzájemnou komunikaci mezi ERP systémy a technicky zaměřenou platformou, která zahrnuje řídicí systémy automatizovaných strojů (kupříkladu NC strojů) a dalších zařízení, automatizované manipulační prvky, výrobní linky atd. IS MES se používá nejen v plně automatických provozech, ale rovněž v těch kombinovaných, kde se vyskytují manuální i automatizované výrobní procesy. (Jurová, 2016)

Pořízení a provozování MES znamená vynakládání nemalých finančních prostředků, přesto je dnes o tento informační systém v podnicích poměrně velký zájem. MES pracuje se dvěma skupinami dat. První z nich obsahuje data získávaná nezávislým sběrem přímo z výrobních technologií (PLC apod.) bez zásahu pracovníka. Oproti tomu druhá skupina vyžaduje určitou intervenci operátora výroby, často v podobě zadávání relevantních dat do systému prostřednictvím obrazovky terminálu sloužícího zároveň pro odvádění výroby. Z provozu tak lze díky výrobnímu informačnímu systému vytěžit přesný časový snímek výrobního zařízení či pracoviště a snímek pracovního dne (směny) pracovníka. MES tedy přináší možnost rozsáhlého datového online reportingu v reálném čase (s minimálním zpožděním) včetně grafických výstupů vhodných pro jeho prezentaci. (Flídr, 2023)

4 STANDARDIZACE

V provozu se setkáváme převážně s činnostmi rutinního charakteru, jež se v určité míře opakují. Právě z důvodu typicky vícenásobného opakování jednotlivých aktivit se považuje za příhodné věnovat jejich průběhu značnou pozornost, protože pakliže se podaří nalézt nákladovou nebo časovou úsporu na jednom produktu, tato úspora se násobí celkovým počtem stejně vyráběných produktů. Pokud se tedy zvolí nejvýhodnější řešení výrobního postupu, lze dosáhnout kvalitních výstupů, hospodárnosti s minimální časovou potřebou na průběh výroby i za plnění bezpečnostních a ekologických požadavků. Znalost tohoto faktu vyústila v podnicích (zejména ve výrobních) už před více jak stoletím v zavádění norem. Normovala se především spotřeba lidské i strojní práce a materiálu. Postupem času se principy standardizace propsaly i do jiných oblastí. (Švecová a Veber, 2021)

Jurová (2016, s. 173) uvádí, že standardizace je: „*systematický proces, který účelně usměrňuje a redukuje diverzifikaci od navrhování výrobku přes výrobu po prodej. Věcným obsahem standardizace je redukce rozmanitých variant řešení na základě optimalizačního výběru, tvorba standardního řešení, stanovení platnosti a závaznosti přijatého řešení.*“ Podle ní se standardizace ze své podstaty vyznačuje odstraňováním nadbytečné rozmanitosti řešení s vlivem na výrobu, oběh i spotřebu.

Dennis (2016) ve svém díle píše, že standardizovaná práce platí za nejbezpečnější, nejjednodušší a nejefektivnější současně známý způsob jejího výkonu a jejím účelem je poskytnout základ pro zlepšení.

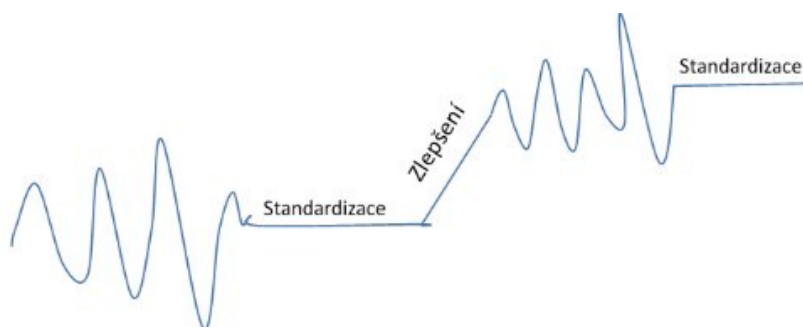
Za standard neboli normu nebo normativ apod. se pak označuje výsledek standardizace. „*Standard je definován jako dané nebo přijaté pravidlo, model, kritérium. Dále se chápe jako ustálená, normální míra, stupeň, který tvoří základ hodnocení.*“ (Jurová, 2016, s. 173). Normy v sobě nesou nejlepší postupy daného podniku. S rostoucím vlivem digitalizace v řízení roste i významnost norem, které se uplatňují ve sféře plánování výroby, propočtů výrobních kalkulací i controllingu, tedy v řízení provozních, popřípadě i jiných činností (Švecová a Veber, 2021). Obvykle bývají vyjádřeny veličinami jako jsou kvalita, kvantita či časové omezení a porovnává se s nimi odvedený výkon (Jankelová, 2022).

Podle Patermanna (2022) představuje standardizace práce prostředek pro zviditelnění problémů, protože problém se rovná rozdílu mezi standardem a reálným stavem. Jestliže tedy nejsou nastaveny standardy, nelze tyto problémy odhalit. Jinými slovy, když neexistuje

standard, nemůže nastat zlepšení. Definování standardu aktuálního stavu a jeho zlepšení můžeme dosáhnout kupříkladu prostřednictvím následujících metod:

- analýza a měření práce pracovníků a strojů (cyklové časy)
- měření dílenské efektivity a produktivity práce
- standardizovaná práce
- kapacitní plánování
- strukturované řešení problémů
- zlepšování procesů
- Poka-Yoke aj.

Vzájemný vztah mezi standardizací a zlepšováním nastiňuje obrázek:



Obrázek 4 Vztah standardizace a zlepšování

(zdroj: Patermann, 2022)

4.1 Přínosy standardizace

Dennis (2016) píše, že standardizace přináší následující pozitiva:

- **ohraničenost** – jednoznačně vymezuje počáteční a koncové body každého procesu, spolu se znalostí tempa výroby (taktu) umožňují sledovat stav výroby
- **organizační učení** – prostřednictvím standardizace lze na pracovišti uchovat odborné vědomosti zkušených pracovníků i po jejich odchodu
- **audit a řešení problémů** – standardizace procesů umožňuje posoudit aktuální situaci, nalézt problémy, kupříkladu jestli jsou zaměstnanci schopni provést činnost snadno, anebo zaostávají (v jaké míře a v jakých konkrétních aspektech) a poté hledat řešení vedoucí ke zlepšení

- **zapojení zaměstnanců a využití Poka-Yoke** – na procesu standardizace se přímo podílejí zainteresovaní pracovníci v kooperaci s nadřízenými inženýry. Při tom odhalují taktéž potenciální příležitosti pro jednoduchá, levná zařízení působící proti chybám nebo Poka-Yoke.
- **stabilita** – zajišťuje ji opakovatelnost procesů, přispívá k dosahování cílů v oblasti produktivity, kvality, nákladů, bezpečnosti či průběžné doby výroby
- **Kaizen** – každý proces se potýká s plýtváním neboli Muda, v momentě, kdy je dosaženo stability procesu, nastává prostor pro zlepšování
- **školení** – standardizovaná práce představuje základ pro školení zaměstnanců, jakmile si zaměstnanci osvojí standardizované pracovní postupy, stávají se pro ně normy přirozenými.

V dnešní době se standardizace/normalizace znovu řadí k trendům. Jejím přínosem nejsou pouze konzistentní standardy kvality, ale též úspory na výrobních a transakčních nákladech, přispívá k dosahování úspor z rozsahu a zvyšování produktivity výroby (Dupař, 2019). Podle autorské dvojice Švecová a Veber (2021) tvoří normativní základna primární datový zdroj pro provozní řízení podniku.

4.2 Normování práce

Normování práce slouží pro získávání časových dat o průběhu procesu výroby tvořících podklad k plánování a kontrole výroby, nákladů a cen, tvorbě systému odměňování jakožto motivaci ke zvyšování produktivity, ale i kvality práce, a ke zlepšování věcného a časového průběhu práce. (Lhotský, 2005)

Zvyšování produktivity a efektivity práce představuje významný předpoklad rozvoje podniku. Nenahraditelnou roli tu zastává právě normování práce, jímž se pomocí vědeckých metod určuje potřebný objem a kvalita pracovní aktivity. (Chundela, 2015)

Normování práce se řadí do výčtu nezastupitelných činností pro zabezpečení provozu společnosti a též dosahování jejích vytyčených cílů. „*Základním měřítkem míry, efektivnosti využívání zdrojů ve výrobním procesu je čas. Velikost spotřeby času pracovníkem, strojem spojené s vykonáváním určitého pracovního úkolu je veličina, která rozhoduje o dosažení určité úrovně produktivity, efektivnosti..., a tím i o rentabilitě celého podniku.*“ (Lhotský, 2005, s. 14)

Výkonová norma představuje nezbytnou spotřebu času k realizaci konkrétní pracovní operace. Existuje ve dvou variantách:

- **norma času (pracnosti)** – odpovídá časové potřebě k provedení dané operace, kupříkladu kolik minut zabere produkce jednoho kusu (Švecová a Veber, 2021)
- **norma množství** – značí množství (kusů, kilogramů, metrů atd.), jež pracovník zpracuje za jednotku času (Chundela, 2015)

Pokud vysoký podíl zaměstnanců pravidelně zvládá (výrazně) překonávat nastavené normy, nebo naopak obdobně odvádí práci pod stanoveným standardem, je potřeba vzniklou situaci řešit a normu upravit. V případech příliš nízkých standardů mají pracovníci tendenci uchýlovat se ke snižování pracovního výkonu a odkladu činností. Oproti tomu příliš vysoké standardy (nadhodnocené) mohou být příčinou demotivace zaměstnanců a poklesu pracovní morálky. (Jankelová, 2022)

4.3 Časové studie

Podle Lhotského (2005) tvoří základnu časových studií tradiční techniky měření spotřeby času související s výrobní činností či poskytováním služeb. Na čas lze v kontextu výrobního procesu nahlížet z různých úhlů pohledu. Můžeme sledovat například:

- (průměrnou) dobu trvání pracovní činnosti
- čas zahájení a ukončení činnosti
- dobu přerušení činnosti
- čas výrobního cyklu, výrobní takt
- časovou strukturu pracovní činnosti
- dobu trvání částí činnosti
- míru časového využití strojů, pracovníků atd.

Chundela (2015) ve svém díle uvádí, že v případě měření spotřeby času (včetně času ztrát) se aplikuje tzv. snímkování práce, jehož výstup se označuje jakožto pracovní snímek, který obsahuje informace o rozložení a velikostech časů v rámci vybraného časového úseku, ale i celé směny. Tato metoda se typicky vyznačuje pozorováním analyzovaného pracoviště a zaznamenáváním konkrétních prováděných aktivit a doby jejich trvání.

4.3.1 Snímkování pracovního dne

Díky snímkování pracovního dne lze zjistit strukturu jednotlivých časů, která poslouží pro účely analytických a plánovacích činností. Snímek pracovního dne totiž přináší informace o dávkových a směnových časech. Standardně se zpracovává prostřednictvím pozorování v kombinaci s měřením. (Tomek a Vávrová, 2014)

Podle autorů Švecová a Veber (2021) představuje snímkování pracovního dne snadnou metodu založenou na nepřetržitém sledování celkového času pracovníka po dobu trvání celé směny. Časy vysledovaných aktivit (činností i nečinností) se průběžně zaznamenávají do předem zhotoveného formuláře formou začátek až konec. Mezi zmíněné aktivity můžeme zařadit například seřizování stroje, obstarávání nástroje a materiálu, kontrolu kvality nebo samotné technologické operace, ale také ty, které nesouvisejí s pracovní náplní (surfování na mobilním telefonu, povídání si apod.). Poté přichází na řadu vyhodnocení. Posuzuje se, zdali byl vynaložený čas opodstatněný, určuje se podíl aktivit na celkovém času. Snímkování pracovního dne tak může poskytnout podklad pro posouzení disciplinovanosti zaměstnanců či věrohodnosti (reálnosti) výkonových norem atd.

4.3.2 Chronometráž

Jednou z metod stanovení normy času je chronometráž, při níž se provádí přímé měření času. Samotnému průběhu chronometráže předchází analýza, kdy se daná operace podrobí rozboru a zaznamená se sled jejích dílčích prvků, ke kterým se následně zapisují naměřené časové hodnoty. Aby se předešlo nahodilostem a podařilo se získat nezkreslené výsledky, měření se zpravidla několikrát opakuje. Výstupy měření jsou poté statisticky zpracovány až do podoby finální časové normy. (Chundela, 2015)

Jedná se o druh snímku operace, ke kterému se obvykle využívá stopek, jehož účelem je tedy poskytnout přehled o časové náročnosti jednotlivých úkonů, potažmo celé operace vykonávané pracovníkem. Chronometráží analyzované operace mívají výhradně cyklický (opakující se) charakter s dopředu známou časovou posloupností a počtem realizovaných úkonů. Pakliže při procesu měření času operace dojde k prostoji (narušení pravidelného průběhu), není tento čas přerušení zahrnut, vylučuje se. (Lhotský, 2005; Novák, 2006)

5 ZÁVĚREČNÁ KAPITOLA TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část diplomové práce byla zpracována formou literární rešerše, jež se vztahuje k tématu práce. Zahrnuje soubor poznatků od obecnějších po konkrétnější, které se účelně bezprostředně týkají prvků náplně praktické části, pro níž tak tvoří jistý teoretický podklad.

V rámci teoretické části byla nejprve obecně přiblížena výroba v základním pojetí, její všeobecně platná dělení dle různých faktorů a poté nastíněn historický vývoj výroby napříč jednotlivými průmyslovými revolucemi. Největší prostor byl vyhrazen Průmyslu 4.0 a jeho technologiím, které jsou využívány v současné firemní praxi.

Následně byla popsána oblast zlepšování výrobních procesů, zejména prostřednictvím vybraných metod štíhlé výroby zvolených na základě tematické souvislosti se standardizací ve výrobě, a také problematika měření celkové efektivity zařízení, které poskytuje výstupy důležitých měřitelných ukazatelů vzhledem ke zlepšování výroby.

Kapitola o operativním řízení výroby obsahuje kromě samotných skutečností ze sféry plánování a řízení výrobního procesu také popis dvou dotčených podnikových informačních systémů, jež se na podpoře operativního řízení výroby významně podílejí.

V poslední sekci teoretické části je představena standardizace jakožto stěžejní element celé práce, věcně se prolínající i s předcházejícími kapitolami. Pozornost zde byla věnována přínosům standardizace, normování práce a časovým studiím, pod nimiž byly podrobněji rozebrány metody snímkování pracovního dne a chronometráž, použité v praktické části.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ FIRMY ALTECH, SPOL. S R.O.

Firma ALTECH, spol. s r.o. platí za největšího českého výrobce kompenzačních zařízení. Nabízí návrh, samotnou výrobu a prodej kompenzačních a rehabilitačních pomůcek pro osoby s omezenými schopnostmi pohybu a mimo toto rovněž poradenství v otázkách bezbariérovosti, přičemž udržuje spolupráci s imobilními občany. Svým zákazníkům, jak ze soukromého, tak z komerčního sektoru, přináší ALTECH již více než 30 let kvalitní a pokroková řešení, která umožňují překonávat bariéry, což ostatně velmi dobře vystihuje firemní motto: „*Pomáháme lidem překonávat bariéry.*“ (ALTECH, © 2017)



Obrázek 5 Logo ALTECH

(zdroj: interní zdroje firmy ALTECH)

Zakladatelem firmy ALTECH je inženýr Antonín Machala, který zastává zároveň i funkci ředitele a jednatele společnosti. Schéma organizační struktury firmy se nachází v přílohové části této práce.

Kvalita zpracování i servisu, spolehlivost a užitečnost výrobků společnosti ALTECH, to vše přispívá ke spokojenosti na straně zákazníků, ale i k zisku několika ocenění, z nichž lze vybrat například: Český lídr 2023 – 1. místo Zlínský kraj nebo 59. příčka v žebříčku Českých 100 nejlepších za rok 2017 (ALTECH, © 2017)

Tržby z prodeje vlastních výrobků a služeb činily za rok 2023 celkem 812 935 000 Kč. Provozní výsledek hospodaření představoval 110 897 000 Kč. (Výroční zpráva společnosti ALTECH spol. s r.o. za rok 2023, © 2024)

6.1 Výrobní zaměření

Společnost reflektuje neustále se zvyšující požadavky tržního prostředí a aktuálně nabízí pestrou paletu výrobků, které navíc v rámci zakázkové výroby dokáže uzpůsobit daným představám konkrétního zákazníka a vyhovět tak jeho přáním, například co do mobility, hmotnosti zařízení, jednoduchosti ovládání, nízké pořizovací ceny a provozních nákladů, rozličných stavebních úprav atd.

Do rozsáhlého výrobního portfolia firmy se řadí:

- šikmé zvedací schodišťové plošiny,
- svislé zdvihací schodišťové plošiny – tzv. domácí výtahy,
- schodišťové sedačky pro hůře chodící lidi,
- nájezdové rampy,
- bazénové zvedáky,
- letadlové schody.

ALTECH také dováží a prodává schodolezy a stropní zvedací systémy od významných světových výrobců. (ALTECH, © 2017)

6.2 Historie společnosti

- Ryze česká společnost ALTECH byla založena 23. dubna roku 1992 v obci Bánov ve Zlínském kraji v garáži rodinného domu inženýrem Antonínem Machalou, který nejprve začal vyrábět díly pro letecký průmysl, v němž se roky sám pracovně pohyboval. Poté se však majitel chopil příležitosti, kterou s sebou nesl zvyšující se společenský zájem o tělesně handicapované lidi. Směr výroby se tak přesunul do jiné oblasti, a sice k výrobě pomůcek právě pro tělesně postižené osoby (výroba invalidních vozíků, prodej schodolezů).
- V roce 1994 firma zaměstnávala 8 pracovníků a věnovala se převážně výrobě plošin pro handicapované.
- O rok později postupný růst společnosti vyústil v přestěhování výroby do prostor v nedalekém Uherském Hradišti. Tou dobou měl ALTECH již 20 zaměstnanců.
- S rokem 1998, kdy byla firma zase o trochu větší, přišly počátky exportu.
- Záhy došlo k prvnímu výraznějšímu personálnímu rozšíření firmy, na počátku nového tisíciletí, v roce 2002, v ALTECH pracovalo už 73 lidí. Společnost nerostla pouze tímto směrem, ale vznikla i první nová výrobní hala.
- V roce 2009 centrálu a výrobní závod v Uherském Hradišti doplnila pobočka a servisní středisko v Praze.

- Rok 2013 přinesl důležitou novinku ve výrobě. ALTECH začal vyrábět sedačky. V tomto období podnik disponoval již 141 pracovníky.
- Rok 2018 se nesl v duchu výstavby montážních linek. Firma dále rostla, oproti roku 2013 v ní narostl počet zaměstnanců skoro dvojnásobně.
- V roce 2020 bylo otevřeno Výzkumné a vývojové centrum společnosti ALTECH.
- Dva roky nato získala firma certifikát systému řízení kvality dle mezinárodního standardu ISO 9001:2016.
- S rokem 2023 je spjata výstavba nového obráběcího centra.
- Ve své specifické výrobní oblasti dnes firma ALTECH, s téměř čtyřmi stovkami zaměstnanců (379 k roku 2024), patří ke světovým lídrům. Z celkového objemu produkce putovalo za poslední roky na vývoz cca 86 % výrobků. K nejčastějším zahraničním destinacím patřila západní Evropa a Slovensko. Největší prodejce, přes kterého společnost prodává tři čtvrtiny produkce, se nachází v Rakousku. K hlavním odběratelům se mimo území Evropské unie řadí například Spojené státy americké, země jižní Ameriky nebo Izrael. (ALTECH, © 2017; interní zdroje firmy ALTECH)

6.3 Významné instalace firmy

Pro zajímavost, společnost ALTECH, spol. s r.o. se v rámci spolupráce s pořadatelem podílela na zimních olympijských i paralympijských hrách v Soči. Její instalace můžeme nalézt i na velmi atraktivních místech, v České republice například v Národním divadle či na Pražském hradě. V zahraničí využívají produktů firmy tělesně handicapovaní kupříkladu v útrobách metra ve městě Rio de Janeiro, v pařížském Pantheonu, v jeruzalémských katakombách nebo na slavné Oxford University. (Friedmannová, 2022)

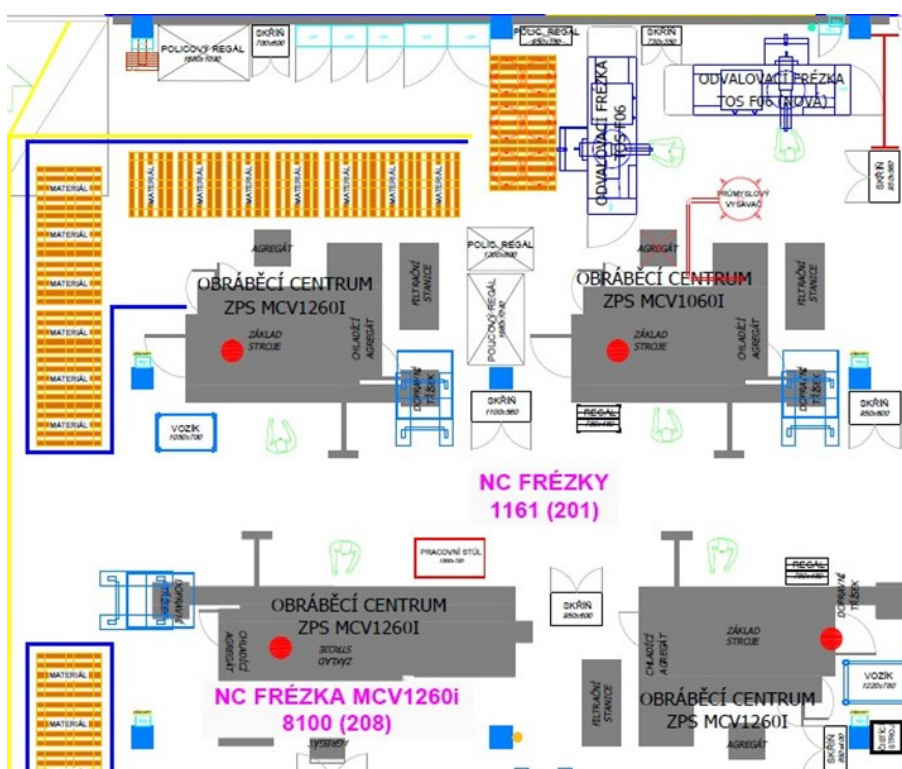
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVISTI FRÉZEK

Pro zpracování diplomové práce a naplnění jejích cílů bylo po konzultaci s vedoucím TPV (technické přípravy výroby) zvoleno pracoviště frézek. Na pracovišti probíhala v období měsíců června a listopadu 2024 autorova praxe. Záznamy získané rozhovory, pozorováním a měřením v průběhu praxe tvoří podklady pro analýzu současného stavu tohoto pracoviště.

7.1 Základní informace o pracovišti

Pracoviště frézek se nachází na hale obrobny společně s dalšími pracovišti, mezi něž se řadí například pracoviště vrtaček, soustruhů nebo průmyslového robotu. Dohromady sestává z 6 frézek, 4 z nich tvoří CNC obráběcí centra, zbylé 2 představují konvenční odvalovací frézky. Všechna tato zařízení zajišťují požadované obrábění dílců frézováním pro ostatní, technologicky následující pracoviště ve firmě. V práci se budu zabývat pouze CNC stroji.

Layout pracoviště (celkový layout obrobny viz příloha) si můžete prohlédnout zde:



Obrázek 6 Layout pracoviště frézek

(zdroj: vlastní zpracování dle interní zdroje firmy ALTECH)

Celkem se zde u strojů střídá 6 stálých pracovníků, které doplňují praktikanti či brigádníci. Na každé směně se pohybují vždy 2 stálí zaměstnanci plus k tomu někdy 1 ze zmíněných praktikantů nebo brigádníků. Každé směně tedy připadají 2 až 3 členové obsluhy.

7.1.1 Organizace práce

Výrobu standardně zajišťuje třísměnný provoz probíhající po dobu pracovních dnů v následujícím časovém rozvržení:

- ranní směna: 6:00–14:15 hodin
- odpolední směna: 14:00–22:15 hodin
- noční směna: 22:00–6:15 hodin

Každý zaměstnanec má nárok na půlhodinovou přestávku a čtvrt hodinovou pauzu. Během přestávky musí být na pracovišti přítomen vždy alespoň jeden z pracovníků.

Pracovní cyklus směny začíná pokaždé v celou hodinu, kdy přijdou pracovníci nastávající směny. Od pracovníků, jimž směna za čtvrt hodiny končí, přebírají v tomto časovém rozmezí pracoviště a s ním i potřebné informace o aktuálním stavu rozpracovanosti výroby na pracovišti, nadcházejících požadavcích výroby, případných problémech, pokud se nějaké vyskytly a tak dále. Nově příchozí pracovníci tedy plynule navazují na své předchůdce a pokračují v rozpracované výrobě. Když se pracovní úkol odvede, začne se plnit následující, který je zadán buď formou urgentního výrobního příkazu, kdy mistr přinese zadání v papírové podobě a připne ho na místo na pracovišti vyhrazené pro „urgenty“, anebo prostřednictvím počítače skrze frontu práce. Tyto urgenty vznikají na základě nedostatku dílů na montážních linkách, který je tak třeba řešit operativně. Zhotovují se přednostně a nevstupují do systému plánované fronty práce.



Obrázek 7 Urgentní výroba

(zdroj: vlastní)

Dílce k obrobení spolu s příloženým výrobním příkazem si pracovníci odebírají pomocí paletového vozíku v k tomu určené zóně. Ta je přehledně ohraničená modrou páskou, označená příslušnou informační tabulkou a přiléhá přímo k pracovišti frézek (zachyceno na obrázku níže – vlevo). Hotové série se přepravují do zeleně vyznačených zón na hale obrobny. To zajišťují manipulanti vysokozdvizných vozíků, popřípadě vykonává sama obsluha pracoviště frézek v závislosti na převáženém materiálu a domluvě. Veškerý fyzicky odvedený materiál odvádějí pracovníci i systémově přes počítač.



Obrázek 8 Pracoviště frézek

(zdroj: vlastní)

O rozdělení pracovních úkolů a strojů si pracovníci rozhodují sami po dohodě mezi sebou. Při dvoučlenném složení na směně obvykle každý zabezpečuje chod 2 CNC obráběcích center a 1 konvenční odvalovací frézky. Obsluha si volí rovněž velikosti technologických dávek u všech dílců, přičemž běžně dochází k polovičnímu i nižšímu využití maximální potenciální kapacity zařízení. Titíž pracovníci obsluhy si dále sami zajišťují úpravy CNC programů pro CNC obráběcí centra v prostředí CAD.

7.1.2 Údržba

Dle plánu údržby probíhá údržba jednou týdně, měsíčně, čtvrtletně, půlročně a ročně. Každý z těchto typů periodicky prováděné údržby má vydefinované konkrétní úkony. Dále se v případě komplikací a poruch aplikuje průběžná korekční údržba. Na týdenní údržbu je vyhrazen čas každý pátek cca od 13:00 hodin do konce ranní směny (14:15 hodin). Pracovníci odpolední směny v praxi přicházejí zpravidla dříve a s údržbou pomáhají.

Na pracovišti frézek se provádí údržba strojů, úklid a čištění pracovního prostředí, zejména podlah. O většinu úkonů údržby, včetně jednodušších oprav na strojním zařízení, se starají členové obsluhy frézek svépomocí. V případě závažnějších problémů je povolán externí pracovník údržby, protože přímo ve firmě žádný zaměstnanec zastávající pozici strojního údržbáře není.

7.1.3 Kontrola kvality

Dílenská kontrola kvality se uskutečňuje hned po první, náběhové dávce v dílně kontrolora kvality na obrobne. Ten přeměřuje dílce také namátkově, a to v rámci svých permanentních obchůzek po jednotlivých pracovištích. Pracovníci chodí s dílci na kontrolní měření i tehdy, pokud to v průběhu výroby sami uznají za vhodné.

Další stupně kontroly následují už mimo prostory haly obrobny na jiných pracovištích v závislosti na technologickém postupu. Případné chyby se zjišťují na kontrolních vzorcích, jejichž velikost se odvíjí od druhu dílu. Chyba nalezená v kontrolním vzorku zavdává důvod pro podrobnější přezkoumávání kvality dané série. Některé chyby vzešlé z nekvality jsou odhaleny až při samotné montáži, v situaci, kdy díly nelze správně smontovat.

7.2 Měření celkové efektivity zařízení

Jelikož se ve firmě ALTECH v současné době ukazatel celkové efektivity zařízení (CEZ) nesleduje, v rámci analýzy současného stavu proběhlo měření za účelem získání základního přehledu o míře efektivity využívání strojního zařízení na pracovišti.

V literatuře lze nalézt hned několik vzájemně odlišných podání výpočtu CEZ, což může být poměrně matoucí, navíc když někdy není zcela jednoznačné, jaký přesný význam dané pojmy nesou, co přesně označují. Rozdílnost tedy mnohdy spočívá v postupu dobírání se dílčích prvků (dostupnosti, výkonu a kvality), ale často také pouze v rozličné terminologii. Co je podstatné, stále se však jedná o vyjádření s prakticky ekvivalentním výsledkem. Dosažení kýženého cíle zahrnuje správné dosazení do vzorců, a to nutně vyžaduje pochopení obsahu jejich jednotlivých složek. V případě mého zpracování tedy bude dále v textu pro přehlednost vysvětlen význam použitých označení na příkladech.

Aby bylo sníženo riziko opomenutí něčeho podstatného, a předešlo se tak komplikacím, kvůli kterým by se muselo náročné celosměnné měření opakovat, začal proces seznamování se s problematikou měření celkové efektivity zařízení (CEZ) již několik dní dopředu. Dělo se tak skrze různé české i zahraniční zdroje ve formě psaného textu i videa, na základě čehož

byl ujasněn postup provedení měření a rovněž nachystány podklady pro měření a výpočet CEZ, které zahrnovaly zejména tyto body:

- vzorce pro výpočet CEZ,
- přehled časových fondů,
- kategorizace prostojů.

Tyto podklady pro měření a výpočet CEZ byly navíc nejprve konzultovány s vedoucím TPV a až posléze použity v praxi.

7.2.1 Vzorce pro výpočet CEZ

Pro výpočet CEZ byly uplatněny tyto vzorce³ vycházející z děl Košturiaka a Frolíka (2006) a Jurové (2016):

$$CEZ = Dostupnost \times Výkon \times Kvalita \quad (1)$$

$$Dostupnost (D) = \frac{\text{skutečný čas provozu}}{\text{plánovaný čas provozu}} \quad (2)$$

$$Výkon (V) = \frac{\text{čas kusu} \times \text{počet vyrobených kusů}}{\text{skutečný čas provozu}} \quad (3)$$

$$Kvalita (K) = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - \text{počet zmetků}}{\text{počet vyrobených kusů}} \quad (4)$$

7.2.2 Přehled časových fondů

Zde jsou specifikovány použité časové fondy, na jejichž základě byla dopočítána CEZ:

- **celkový plánovaný pracovní čas** – představuje řádnou pracovní dobu, po kterou jsou pracovníci přítomni v zaměstnání, v podmínkách tohoto příkladu se jednalo o délku směny
- **plánované prostoje** – zahrnují prostoje o jednoznačně vyhrazené délce trvání, se kterými se ve výrobě dopředu počítá, v případě měřené směny šlo o přestávku na oběd a pauzu na svačinu, čas určený pro přebírání a předávání směny
- **plánovaný čas provozu** – získá se odečtením plánovaných prostojů od celkového plánovaného pracovního času

³ Vzorce byly zvoleny na základě pochopené teorie a výrazově přizpůsobeny firemnímu prostředí v Altechu.

- **prostoje** – viz nadcházející podkapitola Kategorizace prostojů
- **skutečný čas provozu** – rovná se rozdílu plánovaného času provozu a prostojů
- **čas kusu** – doslovné označení firemní normy, která udává časovou dotaci připadající na obrobení jednoho kusu z výrobní série na pracovišti

7.2.3 Kategorizace prostojů

Pro hladší průběh realizace měření a přehlednost bylo zhotoveno 6 kategorií prostojů:

- seřizování/přetypování stroje (před sérií jiných dílců)
- kontrola kvality a případná kalibrace stroje
- neplánovaná údržba (čištění, dolévání kapalin apod.)
- osobní potřeba (toaleta, doplňování tekutin atd.)
- obsluha jiného stroje
- ostatní (operativní konzultace, nevěnování se náplni práce aj.)

7.2.4 Informace k měření

Měření se konalo ve středu 12. června 2024 na ranní směně, tedy od 6:00 do 14:15 hodin. Na této směně obsluhovali pracoviště frézek (4 CNC a 2 konvenční odvalovací frézky) 3 pracovníci, přičemž u sledovaného stroje operoval povětšinu času jeden z nich. Během měření se na pracovišti neudálo nic neobvyklého, provoz nebyl narušen žádnou mimořádnou událostí.

Měření bylo prováděno z místa od stolku, které poskytovalo dobrý výhled na vybraný stroj. Do sešitu se pod příslušné předepsané kategorie prostojů ručně značila jednotlivá časová rozmezí, která byla sledována na mobilním telefonu. V průběhu měření i po jeho skončení probíhal sběr dalších potřebných souvisejících dat.

Za objekt měření celkové efektivity zařízení bylo zvoleno CNC vertikální obráběcí centrum MCFV 1260 INNOVATION nacházející se na pracovišti frézek. Na stroji se po celou dobu směny obráběly dílce KULISA L (levá) a KULISA P (pravá). Prakticky se v této fázi jednalo o identické obrobky, poněvadž ke stranovému rozlišení těchto dílců dochází až vlivem následující technologické operace na navazujícím pracovišti. Obráběcí centrum bylo seřízeno už pracovníkem předchozí směny, a to na technologickou dávku o velikosti 6 kusů. Pracovníci na měřené směně tedy pokračovali v již započaté práci na těchto dílcích. Výrobní

příkaz a výkres dílce jsou dostupné v přílohové části práce, stejně tak i tabulkové a grafické zachycení průběhu směny v čase vytvořené za pomoci softwaru Microsoft Excel a fotografie zkoumaného obráběcího centra.

7.2.5 Vyčíslení dat pro výpočet CEZ

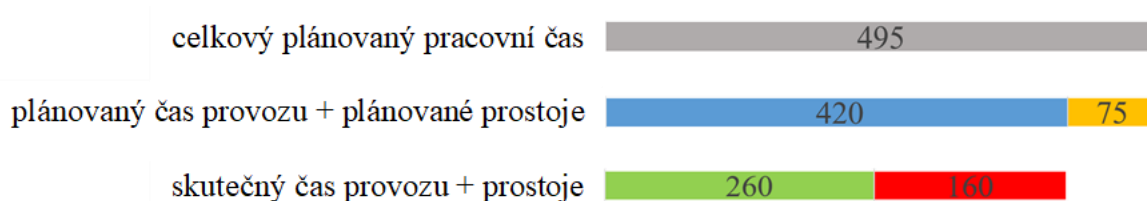
Tato pasáž poskytuje číselně i graficky vyjádřené výstupy měření, které slouží jako podklady potřebné pro finální výpočet CEZ. Naměřená i jinak získaná data vztahující se k výpočtu CEZ přehledně shrnuje tato tabulka:

Tabulka 1 Data pro výpočet CEZ

Prvek	Hodnota
Celkový plánovaný pracovní čas	495 minut
Plánované prostoje	$30 + 15 + 15 + 15 = 75$ minut
Plánovaný čas provozu	$495 - 75 = 420$ minut
Prostoj ⁴	$0 + 23 + 0 + 23 + 78 + 36 = 160$ minut
Skutečný čas provozu	$420 - 160 = 260$ minut
Čas kusu	0,9 minuty
Počet vyrobených kusů	330 kusů
Počet zmetků	0 kusů

(zdroj: vlastní)

Obrázek níže přináší v minutách vyčíslený grafický přehled časových fondů, vycházející z konkrétních zjištěných hodnot v rámci měření CEZ a vztahů mezi nimi.

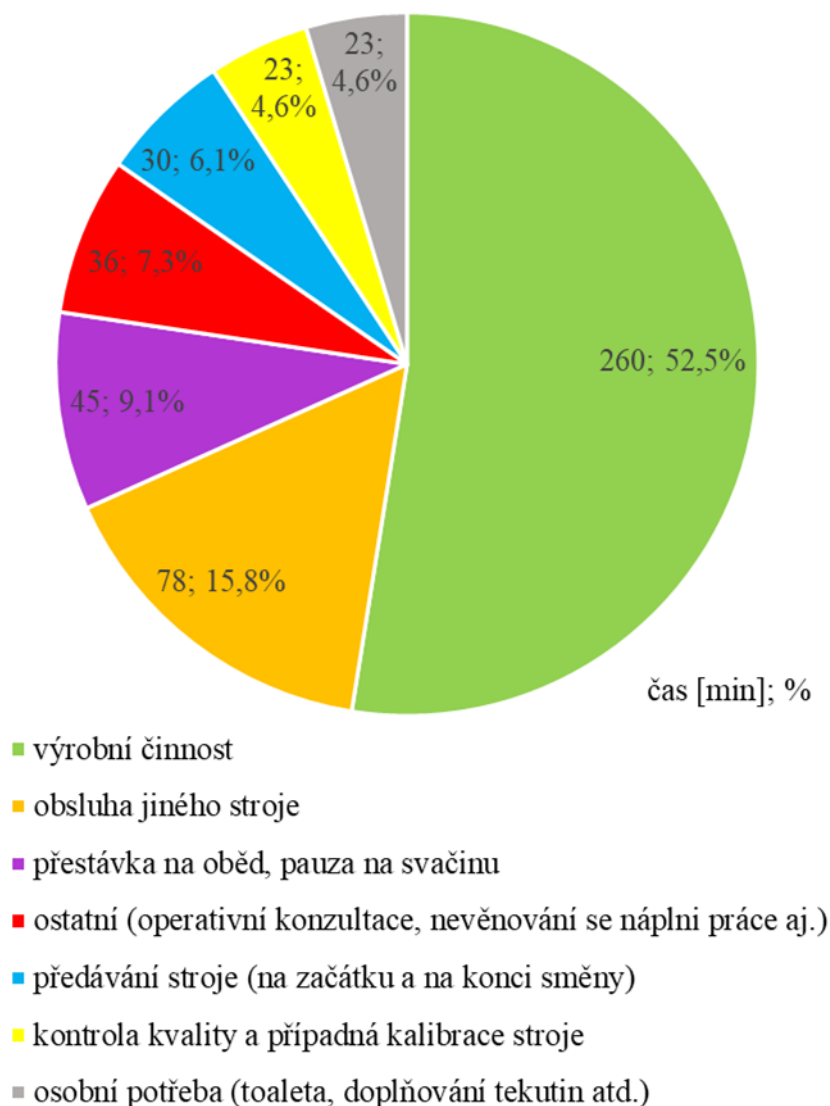


Obrázek 9 Grafický přehled časových fondů

(zdroj: vlastní)

Obrázek na další stránce zachycuje skladbu jednotlivých složek měřené směny v časovém vyjádření. Jedná se o podíl výrobní činnosti, plánovaných prostojů a prostojů na této směně.

⁴ Hodnoty prostojů jsou zapsány postupně v pořadí, jak se uvádí v podkapitole Kategorizace prostojů.



Obrázek 10 Koláčový graf skladby složek měřené směny

(zdroj: vlastní)

7.2.6 Výpočet CEZ

Po získání potřebných dat byl proveden samotný výpočet CEZ:

$$D = \frac{\text{skutečný čas provozu}}{\text{plánovaný čas provozu}} = \frac{260}{420} = 0,6190 = 61,90\% \quad (5)$$

$$V = \frac{\text{čas kusu} \times \text{počet vyrobených kusů}}{\text{skutečný čas provozu}} = \frac{0,9 \times 330}{260} = 1,1423 = 114,23\% \quad (6)$$

$$K = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - \text{počet zmetků}}{\text{počet vyrobených kusů}} = \frac{330 - 0}{330} = 1 = 100\% \quad (7)$$

$$CEZ = D \times V \times K = 0,6190 \times 1,1423 \times 1 = 0,7071 = 70,71\% \quad (8)$$

7.2.7 Zhodnocení vypočtené CEZ

Z provedeného měření vzešla celková efektivita zařízení u zkoumaného CNC vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 INNOVATION na úrovni 70,71%. Tento výsledek CEZ sám o sobě nepředstavuje v kontextu běžné praxe v ostatních strojírenských společnostech znepokojivý stav, na druhou stranu nejde ani o zcela uspokojivé číslo. Důležité je však nevnímat pouze celkovou hodnotu, ale zaměřit se také na jednotlivé komponenty CEZ. Proto byla každá dílčí složka postupně hodnocena i zvlášť.

Dostupnost 61,90% představuje stran efektivity v numerickém porovnání se zbylými dvěma ukazateli jednoznačně největší slabinu. Absolvování seřizování na předešlé směně navíc nahrávalo vyšší hodnotě dostupnosti zařízení na směně měřené. I přesto je tato naměřená hodnota poměrně nízká. Toto číslo přičítám zejména dvěma vzájemně provázaným faktorům, které lze považovat za obecně platné i pro zbylá obráběcí zařízení na pracovišti frézek.

Prvním z nich je počet zaměstnanců obsluhujících zařízení na směně. Každý pracovník obsluhuje v průměru více strojů, povětšinou 2 až 3 stroje v závislosti na jejich počtu na směně. V případě tohoto měření se navíc jednalo o příznivější variantu, kdy na jednoho pracovníka připadaly v průměru pouze 2 stroje. Z tohoto důvodu pak ve výrobě dochází k prostojům, které zařízení snižují jeho dostupnost, protože zaměstnanci nestíhají efektivně obhospodařovat více strojů.

Za druhý faktor, který se ve své podstatě váže na ten první, lze označit problematiku rozvržení pracovních úkolů na pracovišti. Jak bylo již zmíněno, dané pracovní úkoly ve frontě práce nejsou systematicky přiřazeny konkrétním strojům a pracovníkovi, který by je na nich měl zajišťovat. Pracovníci se mezi sebou sami dohodnou, jak a na která obráběcí centra si práci rozdělí, tím pádem někdy opět vzniká situace prostoje z obsluhy jiného stroje, neboť jimi zvolená kombinace pro jednoho zahrnuje například výrobu dvou různých dílců s kratšími CNC programy, které se při nevhodně zvolených časech spuštění překrývají ve svém ukončení. To tedy v praxi znamená, že pokud dojde na dvou strojích v krátkém časovém rozmezí k naplnění CNC programu jedné technologické dávky, pracovník se věnuje stroji s dříve skončeným programem a druhý ze strojů má po dokončení operací prostoj, dokud obsluha nedokončí práce na stroji prvním a nepřejde ke druhému.

Dle výpočtu pracovalo zařízení na monitorované směně na 114,23%. Toto číslo mě přimělo k dalšímu pozorování a měření, poněvadž ukazuje, že časová dotace na jeden kus

evidentně není nastavena správně. V následující kapitole se proto zaměřuji na normu čas kusu u několika namátkou vybraných dílců, abych ověřil, jestli není chyba v nastavení tohoto standardu i u dalších z nich a nelze tak očekávat nepřesnosti obecně napříč ostatními dílci.

Na základě výsledků tohoto mého měření byla v systému vedoucím TPV upravena výrobní norma čas kusu u dotčených dílců z původní dotace 0,9 minuty na 0,8 minuty.

Poslední složkou CEZ je kvalita, která dosáhla hodnoty 100%. Nulová zmetkovitost byla zapříčiněna především tím, že náběhová dávka, při níž se zpravidla produkují zmetky, náležela pracovníkovi předchozí směny, protože stroj seřizoval. Dále se do bezchybné bilance mohla promítnout náročnost prováděné technologické operace, vrtání lze zařadit mezi ty jednodušší.

Na každé směně se míra CEZ logicky liší. Je ovlivněna skladbou výrobního plánu (například náročností a počtem prováděných seřizování, délkou CNC programů atd.), počtem zapojených strojů a pracovníků a mnoha dalšími faktory ze strany podniku ovlivnitelnými i neovlivnitelnými. Toto měření mi spolu s všeobecným poznáváním fungování pracoviště prostřednictvím přímého pozorování a komunikace s pracovníky na různých pozicích pomohlo získat lepší přehled o reálném stavu věcí na pracovišti a odkrýt hned několik zajímavých námětů k zamyšlení a ke zlepšení.

7.3 Měření normy čas kusu

Jak již bylo naznačeno v předchozí části textu, v důsledku podezření na nepřesné nastavení normy čas kusu pro obrobky na pracovišti frézek bylo provedeno namátkové ruční měření těchto hodnot u 4 různých druhů dílců, a sice 5x pro každý z nich.

Norma čas kusu byla po konzultaci s vedoucím TPV pro větší přehlednost a podrobnost rozfázována do 3 po sobě jdoucích časových úseků dle vykonávaných úkonů (při obrábění v rámci 1 CNC programu) viz následující grafické výstupy z programu ARIS Architect:



Obrázek 11 Proces obrábění

(zdroj: vlastní)

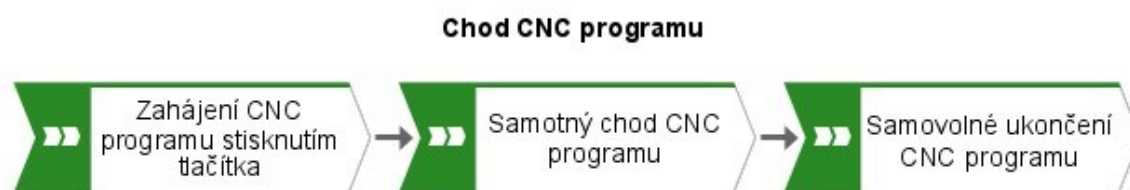
→ **upnutí obrobků** – zahrnuje dobu, kdy pracovník koná pohyb směrem k přepravce s díly určenými ke zpracování, probíhá uchopení těchto dílů, jejich přenesení a upevnění ve svěrácích na pracovním stole a zavření dveří CNC obráběcího centra



Obrázek 12 Proces upnutí obrobků

(zdroj: vlastní)

→ **chod CNC programu** – obsahuje samotný čas chodu CNC programu od jeho spuštění pracovníkem po jeho samovolné ukončení



Obrázek 13 Proces chodu CNC programu

(zdroj: vlastní)

→ **odepnutí obrobků** – představuje časovou dotaci na otevření dveří CNC obráběcího centra po skončení CNC programu, čištění obrobků a pracovního stolu, vyjmutí těchto obrobků ze svěráků a jejich položení do přepravky na zpracované díly



Obrázek 14 Proces odepnutí obrobků

(zdroj: vlastní)

Čas, jenž uběhne mezi ukončením CNC programu a otevřením dveří CNC obráběcího centra, je prostojem a do normy čas kusu se tudíž nezapočítává. V tomto čase se pracovník obvykle věnuje obsluze jiného stroje, případně svojí vlastní nepracovní činnosti.

Následující podkapitoly sestávají ze záznamů z jednotlivých provedených měření. Obsahují vždy základní informace o měření, tedy: jakého dílce se týkalo, kdy a na jakém zařízení probíhalo, jaké technologické operace byly prováděny, údaj v kolonce normy čas kusu z výrobního příkazu a o velikosti technologické dávky, která je nezbytná pro výpočet času kusu (celkový naměřený čas se vydělí právě velikostí technologické dávky).

Dále zahrnují naměřené hodnoty u 3 výše zmíněných časových úseků (upnutí obrobků, chod CNC programu, odepnutí obrobků) a prostojů. Poté je na základě těchto naměřených hodnot a velikosti technologické dávky spočítán čas kusu pro každé z 5 měření a uvedeno výsledné číslo nové normy získané z aritmetického průměru ($\bar{X}$) výsledků prováděných měření včetně výběrové směrodatné odchylky (S). Závěr podkapitoly přináší grafické znázornění výsledků měření a komentáře včetně srovnání nově naměřené a stávající normy.

Hodnoty beroucí v potaz prostoje jsou uvedeny pouze za účelem porovnání běžné reality s normovaným ukazatelem výkonnosti, protože jak bylo již napsáno, do normy čas kusu se nepromítají.

Čas kusu (ČK) byl vypočten na základě vzorce níže. Ten představuje podíl pracnosti všech společně obráběných kusů v jedné technologické dávce a počtu těchto kusů.

$$\text{ČK} = \frac{\text{čas upnutí obrobků} + \text{čas chodu CNC stroje} + \text{čas odepnutí obrobků}}{\text{velikost technologické dávky}} \quad (9)$$

Ke zpracování těchto úloh byl využit software Microsoft Excel. Fotodokumentaci vztahující se k měření normy čas kusu (vlastní fotomateriál z výrobních příkazů a výkresů dílců) se nachází v přílohové části pod názvy jednotlivých dílců.

7.3.1 Držák horního profilu

Normování času kusu u držáku horního profilu probíhalo v úterý 18. června 2024 na ranní směně. Obrábělo se na CNC obráběcím centru MCFV 1260 INNOVATION, konkrétně se jednalo o přefrézování plochy, vrtání otvorů, zahloubení a řezání závitu u každého dílce. Norma čas kusu je pro tento dílec nastavena na 2,5 minuty. Velikost technologické dávky byla pracovníkem obsluhy stanovena na 7 kusů.

Tabulka 2 Držák horního profilu – měření

Číslo měření	Čas [s]			
	Upnutí	Program	(Prostoj)	Odepnutí
1.	79	545	103	80
2.	105	545	630	58
3.	102	545	18	94
4.	110	545	221	71
5.	86	545	40	110

(zdroj: vlastní)

Tabulka 3 Držák horního profilu – čas kusu

Číslo měření	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]
			(S prostojem)	
1.	100,57	1,68	115,29	1,92
2.	101,14	1,69	191,14	3,19
3.	105,86	1,76	108,43	1,81
4.	103,71	1,73	135,29	2,25
5.	105,86	1,76	111,57	1,86

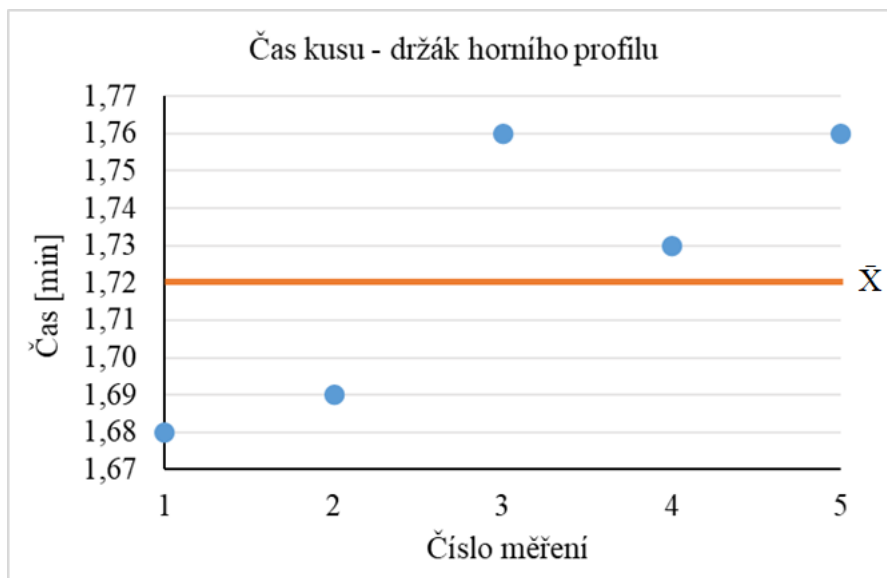
(zdroj: vlastní)

Tabulka 4 Držák horního profilu – výsledná norma čas kusu

	Čas kusu [min]	
		(S prostojem)
$\bar{X}$	1,72	2,21
S	0,0378	0,5763

* $\bar{X}$ – aritmetický průměr; S – výběrová směrodatná odchylka

(zdroj: vlastní)



Obrázek 15 Graf s výsledky měření – držák horního profilu

(zdroj: vlastní)

Směrodatná odchylka (výběrová) představuje zanedbatelnou hodnotu a tím i přes nižší počet provedených měření podtrhuje relevanci získané výsledné průměrné hodnoty času kusu ve výši 1,72 minuty. Toto číslo je v porovnání se stávajícím nastavením normy 2,5 minuty (viz výrobní příkaz) značně nižší, rozdíl činí 0,78 minuty (46,8 sekundy) na jednom dílci. Vezmeme-li v potaz fakt, že se tento dílec obráběl v sérii po 400 kusech, mohl by se tedy čas práce potřebný na obrobení dílců této série při dané technologické dávce oproti současně nastavené normě v kontextu měření výkonnosti, plánování výroby, případně dalších oblastí, zkrátit o 312 minut, tedy o 5 hodin a 12 minut, což by se dalo jednoznačně považovat za poměrně významnou změnu.

7.3.2 Držák zámku bariéry

Normování držáku zámku bariéry se odehrávalo na ranní směně ve středu 19. června 2024. U tohoto dílce se za pomoci CNC obráběcího centra MCFV 1060 vrtaly otvory, řezaly závity a také frézovalo. Čas kusu odpovídá dle výrobního příkazu 2,5 minutám. Technologická dávka obrábění představovala 8 kusů.

Tabulka 5 Držák zámku bariéry – měření

Číslo měření	Čas [s]			
	Upnutí	Program	(Prostoj)	Odepnutí
1.	62	274	3	44
2.	74	274	5	68
3.	66	274	154	62
4.	61	274	35	54
5.	67	274	39	62

(zdroj: vlastní)

Tabulka 6 Držák zámku bariéry – čas kusu

Číslo měření	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]
			<i>(S prostojem)</i>	
1.	47,50	0,79	47,88	0,80
2.	52,00	0,87	52,63	0,88
3.	50,25	0,84	69,50	1,16
4.	48,63	0,81	53,00	0,88
5.	50,38	0,84	55,25	0,92

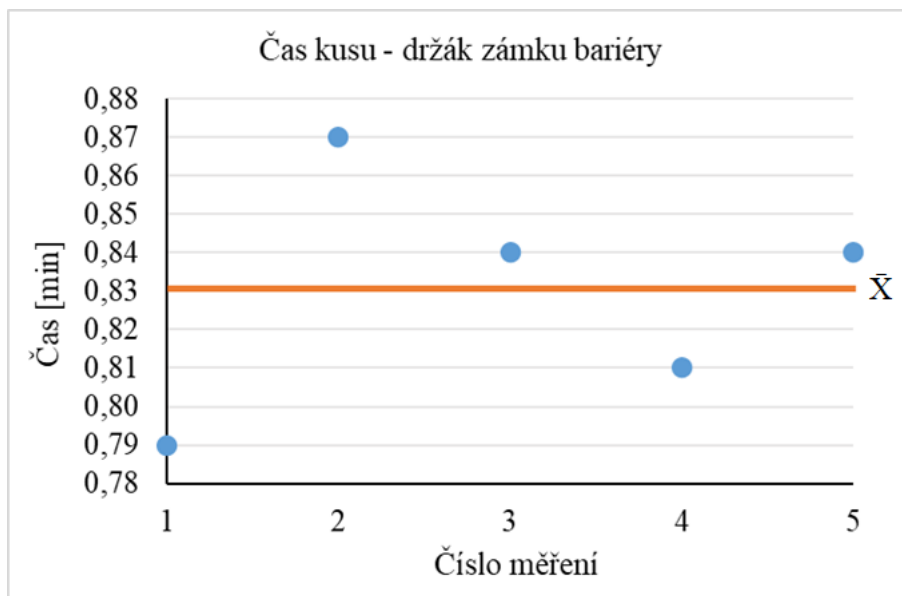
(zdroj: vlastní)

Tabulka 7 Držák zámku bariéry – výsledná norma čas kusu

	Čas kusu [min]	
		<i>(S prostojem)</i>
$\bar{X}$	0,83	0,93
S	0,0289	0,1365

* $\bar{X}$ – aritmetický průměr; S – výběrová směrodatná odchylka

(zdroj: vlastní)



Obrázek 16 Graf s výsledky měření – držák zámku bariéry

(zdroj: vlastní)

Velikost směrodatné odchylky (výběrové) se rovná 0,0289. Opět se tedy jedná pro účely tohoto měření o velice nízkou hodnotu, která u pozorovaného jevu značí minimální časové výkyvy. Čas kusu dílce držák zámku bariéry byl vypočten při technologické dávce o velikosti 8 kusů na 0,83 minuty, což představuje při srovnání se současným stavem (2,5 minuty) ještě o poznání znatelnější rozdíl než u předchozího případu. Zde dosahuje výše 1,67 minuty (cca 100 sekund). Zmíněný dílec se rovněž zpracovává po 400 kusech v sérii. V rámci plánování by změna této normy ve prospěch nově získaného čísla přinesla v porovnání se současně nastavenou normou zásadní časovou úsporu. Na dříve specifikované procesy spojené s obrobením všech 400 dílců jedné série při technologické dávce o velikosti 8 kusů stačí o 668 minut méně. Při převodu na hodiny zjistíme, že jde o více než 11 hodin.

7.3.3 Žebro

Měření normy čas kusu u dílce s názvem žebro probíhalo v úterý 20. června 2024 na ranní směně. Obrábělo se na CNC obráběcím centru MCFV 1260 STANDARD. Technologický postup psaný ve výrobním příkazu je zastaralý, nereflktuje změnu v současnosti fakticky uplatňovaného postupu. Kompletní zaoblení hran v oblouku frézováním se provádí v rámci jedné operace, přičemž dokumentace uvádí provádět tuto operaci s přepnutím nadvakrát. Norma čas kusu byla pro žebro nastavena na 3 minuty. Dílec byl frézován zvlášť po 1 kusu

a díky krátkému cyklu CNC programu se pracovník věnoval po celou dobu měření nepřetržitě této činnosti, proto nevznikaly prostoje a následující tabulky je tak nezahrnují.

Tabulka 8 Žebro – měření

Číslo měření	Čas [s]		
	Upnutí	Program	Odepnutí
1.	34	34	24
2.	31	34	30
3.	29	34	31
4.	30	34	27
5.	33	34	27

(zdroj: vlastní)

Tabulka 9 Žebro – čas kusu

Číslo měření	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]
1.	92	1,53
2.	95	1,58
3.	94	1,57
4.	91	1,52
5.	94	1,57

(zdroj: vlastní)

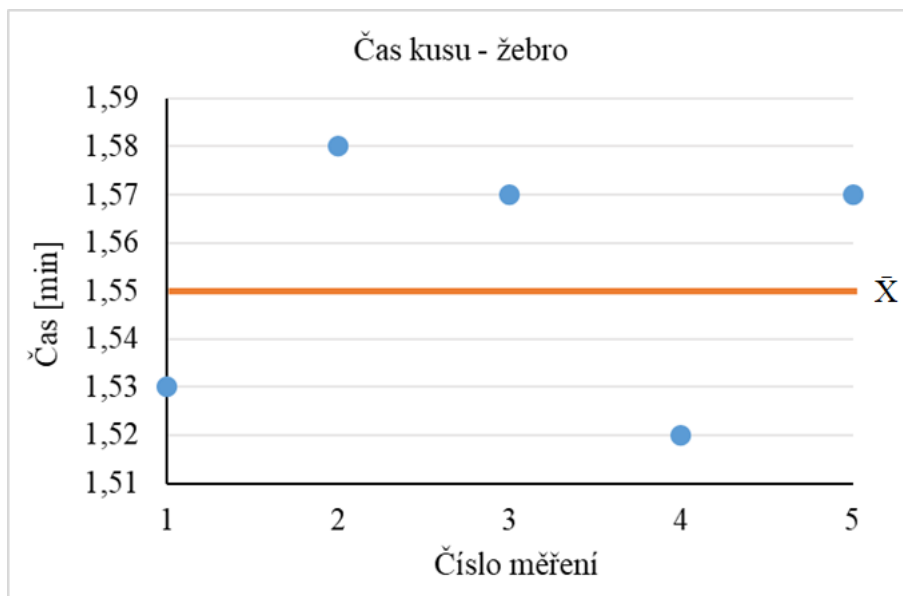
Tabulka 10 Žebro – výsledná norma čas kusu

	Čas kusu [min]
$\bar{X}$	1,55
S	0,0270

* $\bar{X}$ – aritmetický průměr;

S – výběrová směrodatná odchylka

(zdroj: vlastní)



Obrázek 17 Graf s výsledky měření – žebro

(zdroj: vlastní)

Směrodatná odchylka (výběrová) je i v tomto případě pro potřeby provedeného měření příznivá a poskytuje vysokou míru spolehlivosti výsledné průměrné hodnoty za účelem vyčíslení času kusu za daných podmínek. Největší podíl na tom, že se podařilo čas kusu výrazně zredukovat na 1,55 minuty, má pravděpodobně vytvoření jednoho nového CNC programu, který nahrazuje dva původní, s nimiž je stále počítáno v dokumentaci. Ve skutečnosti se tedy jeden dílec žebra obrábí zhruba 2x kratší dobu v komparaci se stávajícím nastavením normy čas kusu, rovnajícím se 3 minutám. Přihlédneme-li k tomu, že i u tohoto dílce tvoří sérii 400 kusů, náleží jí na základě zjištění měření a výpočty přiřadit celkovou pracnost obrobení dílců ve výši 620 minut času neboli 10 hodin a 20 minut práce. Oproti současně nastavené normě, podle které by se tato série měla obrábět 20 hodin, se tak realita liší o 9 hodin a 40 minut. Tento rozdíl lze jednoznačně přičítat již zmíněnému upravenému technologickému postupu aplikovanému při obrábění. Pokud by se k tomu navíc zvětšila technologická dávka, došlo by zároveň k reálné časové úspoře a zvýšení efektivity výroby vzhledem k ukazateli času.

7.3.4 Závěs

Na ranní směně 21. června 2024 byl normován čas kusu u závěsu. V případě tohoto dílce probíhalo prostřednictvím obráběcího centra MCFV 1260 INNOVATION vrtání otvorů a řezání závitů. Čas kusu v dokumentaci přisuzuje na obrobení dílce časovou dotaci ve výši 2,5 minuty. Technologická dávka obsahovala 6 kusů.

Tabulka 11 Závěs – měření

Číslo měření	Čas [s]			
	Upnutí	Program	(Prostoj)	Odepnutí
1.	75	585	156	86
2.	92	585	374	84
3.	84	585	782	91
4.	87	585	944	76
5.	78	585	48	74

(zdroj: vlastní)

Tabulka 12 Závěs – čas kusu

Číslo měření	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]
			(S prostojem)	
1.	124,33	2,07	150,33	2,51
2.	126,83	2,11	189,17	3,15
3.	126,67	2,11	257,00	4,28
4.	124,67	2,08	282,00	4,70
5.	122,83	2,05	130,83	2,18

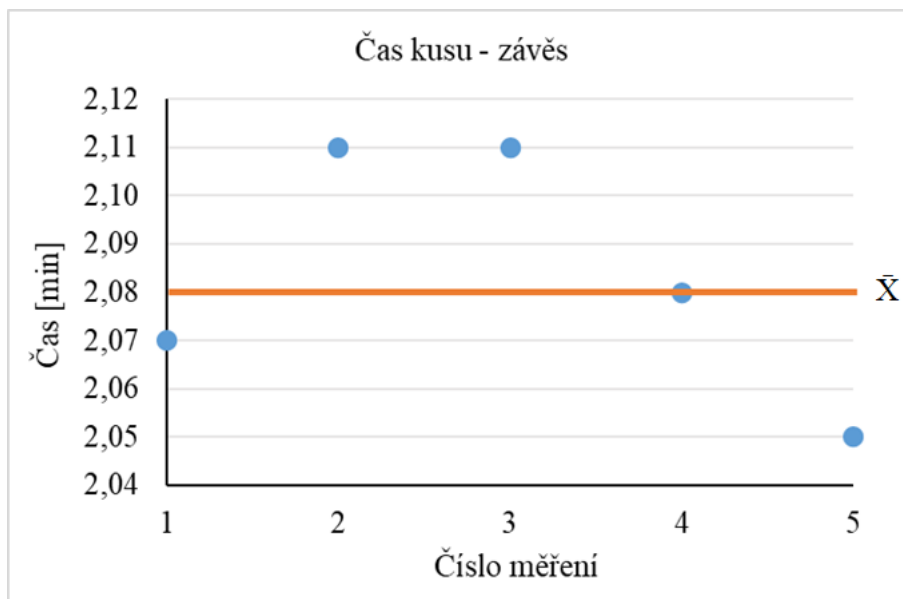
(zdroj: vlastní)

Tabulka 13 Závěs – výsledná norma čas kusu

	Čas kusu [min]	
		(S prostojem)
$\bar{X}$	2,08	3,36
S	0,0261	1,0956

* $\bar{X}$ – aritmetický průměr; S – výběrová směrodatná odchylka

(zdroj: vlastní)



Obrázek 18 Graf s výsledky měření – závěs

(zdroj: vlastní)

Směrodatná odchylka (výběrová) rovna číslu 0,0261 opět ukazuje na poměrně vysokou vypovídající hodnotu měřeného vzorku. Nová hodnota času kusu byla u dílce závěs vypočtena na 2,08 minuty, což představuje při srovnání se současnými 2,5 minutami stále znatelný rozdíl, i když na druhou stranu v porovnání s předešlými 3 zkoumanými dílci ne až tolik markantní. V tomto případě činí rozdíl na jednom dílci necelou půlminutu. Ačkoliv se zmíněný dílec oproti těm předešlým obrábí v menší sérii, a sice po 250 kusech, přenastavení této normy by například v rámci plánování a měření výkonnosti přineslo ve srovnání se současným stavem i zde nezanedbatelnou časovou odchylku. Na procesy úzce související s obrobem všech 250 dílců jedné série při dané technologické dávce postačí o 105 minut méně, než je aktuálně uvedeno na výrobním příkazu.

Pro zajímavost, větší odchylku u hodnot se zahrnutým prostoje, kterým nebyla z výše uvedených důvodů věnována přílišná pozornost, způsobila výměna vrtáku na jiném CNC obráběcím centru a následná kalibrace související s touto výměnou.

7.3.5 Zhodnocení normování času kusu

Nesprávně nastavené normy znemožňují přesnější plánování výroby, protože se v plánu počítá s odlišnými časovými potřebami (v rámci samotného obrábění a procesů s ním přímo spojených), než jak je tomu ve skutečnosti. Nadsazené normy čas kusu rovněž uměle zvyšují odvedený výkon pracoviště, který tak ale nereflektuje reálný stav. Co do sledování výkonu by tato změna odhalila reálný stav, a sice nižší výkonnost pracoviště, než by mu přisuzovala

aktuální čísla dle platných norem čas kusu. Současná zavádějící řeč čísel může přinášet uspokojení a pasivitu směrem k dalšímu růstu, k lepšímu využívání výrobního potenciálu.

Výsledky provedených ověřovacích měření názorně prokázaly, že vypovídající hodnota současně nastavených norem čas kusu je ve vztahu k realitě velmi nízká. U všech dílců, jež byly podrobeny ověřování, došlo ke zjištění, že čas potřebný pro jejich obrobení je značně nižší, než je uvedeno ve výrobním příkazu. Nabízí se otázka: Proč?

Bohužel není přesně známo kdy, za jakých okolností a jakým způsobem doposud používané normy čas kusu vznikaly. Ani současný pracovník, do jehož gesce normování výroby spadá, tyto informace od svého předchůdce, který tyto normy zaváděl, nemá. Možné příčiny vzniklých časových rozdílů představují následující body:

- Některé normy mohou údajně pocházet ještě z měření na konvenčních strojích, kdy pracoviště nedisponovalo CNC obráběcími centry.
- V některých případech došlo v čase ke změně technologického postupu, příkladem je dílec žebro, což stávající norma nereflexuje (nebyla upravena).
- Zodpovědný pracovník normy neměřil, ale stanovoval je pouze na základě vlastního odhadu.
- Není známo, při jakých velikostech technologických dávek byla normování dílců prováděna.

Ať probíhala tehdejší měření jakkoliv, současné výsledné naměřené časy kusů se oproti nastaveným normám výrazně liší (v jednom z případů dokonce i více než trojnásobně).

Čas kusu nelze normovat účinně, pakliže procesu normování nepředchází standardizace velikosti technologické dávky (zvláště pro každý jeden druh dílce). Toto tvrzení vychází ze znalosti principu úspor z rozsahu, které vyplývají z efektivnějšího provozování výrobní činnosti, kterého lze dosáhnout prostřednictvím zvětšení technologických dávek. Díky tomu totiž dojde k určité redukci plýtvání, jenž v tomto případě představují nadbytečné pohyby jak pracovníků, tak jistých částí CNC obráběcího centra.

Smysluplné sledování (porovnávání) výkonů je potom možné provádět pouze tehdy, pokud je nastavená velikost technologické dávky při obrábění skutečně dodržována.

Kapitola následující po shrnutí analyticko-empirické části plynule naváže na vyvstalou problematiku. Bude podrobněji rozebírat právě dotčenou standardizaci technologických dávek s ohledem na jejich efektivnost ve vztahu k časovým úsporám.

8 SHRNU TÍ ANALYTICKO–EMPIRICKÉ ČÁSTI

V analyticko-empirické části práce byla řešena problematika, standardizace v oblasti výroby, zasazena do konkrétního prostředí pracoviště frézek ve firmě ALTECH, spol. s r.o. V jejím úvodu proběhlo základní seznámení se s firmou a konkrétním pracovištěm. Ve sledované oblasti zahrnující tedy výhradně CNC obráběcí centra byla prostřednictvím přímého pozorování, komunikace s pracovníky na různých pozicích a účelně prováděných měření zpracována analýza současného stavu.

Zmíněná analýza poskytuje elementární informace o stavu a chodu pracoviště, obsahuje popis provedeného měření celkové efektivity zařízení (CEZ) od procesu přípravy až po zhodnocení finálních čísel. Ta odhalila hodnotu CEZ ve výši necelých 71%, a sice při dostupnosti kolem 62%, výkonu na úrovni cca 114% a při 100% kvalitě. Na základě naměřeného výkonu, jenž dosahoval na pozorované směně u vybraného zařízení hodnotu přesahující 100%, bylo nabyto důvodné podezření týkající se nesrovnalostí ve výrobních normách čas kusu.

Z toho důvodu se přistoupilo k prověření tohoto podezření, které se nakonec potvrdilo. Normy čas kusu u 4 náhodně zvolených druhů dílců byly podrobeny zkušebním měřením (ve formátu 5x pro každý druh dílce) se zjištěním, že získané průměrné časy neodpovídají nastaveným normám. Ve všech případech byly nově naměřené časy kratší a ještě více rozdílné oproti normě, než v případě dílce obráběného na směně, kde probíhalo měření CEZ.

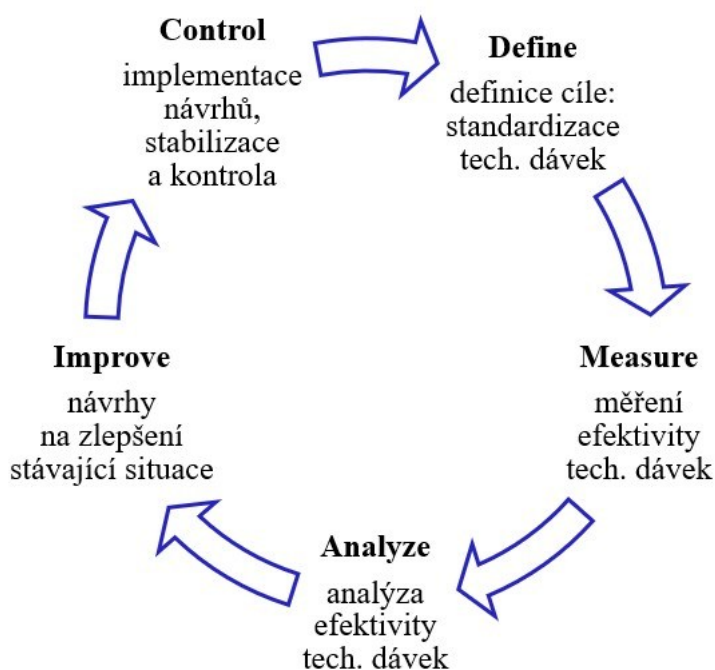
Za hlavní příčiny těchto rozdílů lze označit, že není známo: na jakém zařízení a při jak velkých technologických dávkách současné normy vznikaly, jaký přesný technologický postup obrábění byl tehdy uplatněn a jak a jestli vůbec normovací měření probíhala. To má vliv nejen na čas kusu, ale i přípravný čas a konečně celkovou pracnost obrobení série dílců.

Absence reálného přehledu o stavu možných výrobních schopností v podobě výrobních norem má přímý negativní dopad na přesnost sledování ukazatele výkonnosti či například plánování výroby, kdy do plánu výroby nevstupují správné hodnoty času kusu dílců. V praxi pak oproti plánu dochází k časovým odchylkám, což způsobuje rozkol v synchronizaci jednotlivých aktivit, který se může dále řetězově šířit logistickým tokem napříč podnikem. Proto je zapotřebí věnovat této problematice pozornost a pokusit se najít přijatelná východiska umožňující zlepšení stávající situace.

Analyticko-empirická část práce vytváří informační základnu a přináší podněty pro návrhy zanesené v následující aplikační části, která z ní vychází a přímo na ni navazuje.

9 NÁVRH STANDARDIZACE TECHNOLOGICKÝCH DÁVEK

Z výstupů analyticko-empirické části práce vyplývá, že k dosažení narovnání norem čas kusu jednotlivých druhů dílců je nejprve zapotřebí standardizovat velikosti jejich technologických dávek. Kapitola proto představuje návrh standardizace technologických dávek zpracovaný formou DMAIC umožňující opakovat postup pro zlepšení i do budoucna. Každá podkapitola odpovídá právě jednomu kroku této metody, jak zobrazuje schéma:



Obrázek 19 DMAIC

(zdroj: vlastní)

9.1 Define – definice cíle: standardizace technologických dávek

Aby bylo možné standardizovat výrobní normy čas kusu u jednotlivých druhů dílců, je zapotřebí standardizovat velikosti jejich technologických dávek, které si za současného stavu, jak již bylo napsáno, určují sami pracovníci dle vlastního uvážení. Z toho důvodu tak nejsou vždy stejně velké. Tyto dávky by navíc měly být nastaveny efektivním způsobem. Efektivně nastavená technologická dávka přináší časové úspory, stejné penzum práce pak může být odvedeno za kratší časový úsek.

9.2 Measure – měření efektivity technologických dávek

Zjišťování efektivity technologických dávek spočívalo v provádění měření a souvisejících výpočtů společně se zahrnutím obecnějších uvážení dalších determinujících faktorů. Měření

probíhalo v praxi tak, že se pro každou ze zvolených velikostí technologické dávky měřil 3x čas kusu, prakticky stejným způsobem jako bylo popsáno již v podkapitole 7.3, nicméně s obsazením přepínání obrobků, neboť zde se jednalo o dílce obráběné na více programů).

K vypracování byl opět využit software Microsoft Excel. Výstřižky z pořízených fotografií výrobních příkazů a výkresů sledovaných dílců jsou k nahlédnutí v přílohové části pod názvy těchto jednotlivých dílců.

9.2.1 Pásnice – měření

Měření času kusu dílce s názvem pásnice bylo realizováno na ranní směně ve čtvrtek 21. listopadu 2024 na stroji MCV 1260i, kde se v rámci 2 CNC programů srážely hrany a vrtal otvor při technologických dávkách o velikostech 20 a 30 kusů, za použití 2 a 3 svěráků (po 10 kusech ve svěráku).

Tabulka 14 Pásnice – měření

Číslo měření	Čas [s]				
	<i>Technologická dávka: 20 kusů</i>				
	Upnutí	Program	Přepnutí	Program	Odepnutí
1.	44	215	49	683	39
2.	37	215	55	683	32
3.	39	215	51	683	38
	<i>Technologická dávka: 30 kusů</i>				
1.	61	303	86	1020	52
2.	83	303	70	1020	56
3.	64	303	77	1020	49

(zdroj: vlastní)

Tabulka 15 Pásnice – čas kusu

Číslo měření	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]
	<i>Technologická dávka: 20 kusů</i>		<i>Technologická dávka: 30 kusů</i>	
1.	51,50	0,86	50,73	0,85
2.	51,10	0,85	51,07	0,85
3.	51,30	0,86	50,43	0,84

(zdroj: vlastní)

Tabulka 16 Pásnice – výsledná norma čas kusu

	Čas kusu [min]	
	<i>Technologická dávka: 20 kusů</i>	<i>Technologická dávka: 30 kusů</i>
$\bar{X}$	0,86	0,85
S	0,0033	0,0053

* $\bar{X}$ – aritmetický průměr; S – výběrová směrodatná odchylka

(zdroj: vlastní)

9.2.2 Pánt 2 držiak 1 – měření

Dílec pánt 2 držiak 1 byl předmětem měření dne 28. listopadu 2024 na ranní směně. V CNC obráběcím centru MCFV 1260 INNOVATION se provádělo vrtání otvorů a stružení (dvou programově). Obrábělo se po 2 a 4 kusech v technologické dávce, respektive 2 a 4 svěracích.

Tabulka 17 Pánt 2 držiak 1 – měření

Číslo měření	Čas [s]				
	Technologická dávka: 2 kusy				
	Upnutí	Program	Přepnutí	Program	Odepnutí
1.	25	118	52	117	41
2.	28	118	50	117	45
3.	28	118	52	117	43
	Technologická dávka: 4 kusy				
1.	42	206	62	212	63
2.	48	206	65	212	60
3.	52	206	66	212	68

(zdroj: vlastní)

Tabulka 18 Pánt 2 držiak 1 – čas kusu

Číslo měření	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]
	<i>Technologická dávka: 2 kusy</i>		<i>Technologická dávka: 4 kusy</i>	
1.	176,50	2,94	146,25	2,44
2.	179,00	2,98	147,75	2,46
3.	179,00	2,98	151,00	2,52

(zdroj: vlastní)

Tabulka 19 Pánt 2 držák 1 – výsledná norma čas kusu

	Čas kusu [min]	
	<i>Technologická dávka: 2 kusy</i>	<i>Technologická dávka: 4 kusy</i>
$\bar{X}$	2,97	2,47
S	0,0241	0,0405

* $\bar{X}$ – aritmetický průměr; S – výběrová směrodatná odchylka

(zdroj: vlastní)

9.2.3 Palec mezizastávky – měření

Měření času kusu dílce s názvem palec mezizastávky bylo uskutečněno na ranní směně v úterý 3. prosince 2024. Na zařízení MCFV 1060 probíhalo frézování, vrtání a řezání závitů. Měření bylo realizováno u velikostí technologické dávky 2 a 4 kusů (2 a 4 svěráky).

Obrábění palce mezizastávky se v současné době z důvodu zvýšení kvality obrobků provádí ve 3 krocích (CNC programech), nikoliv ve 2, jak tomu ještě donedávna bylo. Nicméně tato změna následně nevedla k úpravě normy čas kusu v databázi, která tak nebyla dosud aktualizována.

Tabulka 20 Palec mezizastávky – měření

Číslo měření	Čas [s]						
	Technologická dávka: 2 kusy						
	Upnutí	Progr.	Přepnutí	Progr.	Přepnutí	Progr.	Odepnutí
1.	56	70	47	125	48	198	28
2.	48	70	50	125	48	198	32
3.	58	70	49	125	55	198	27
	Technologická dávka: 4 kusy						
1.	67	119	76	210	72	361	38
2.	66	119	64	210	77	361	46
3.	75	119	73	210	79	361	44

(zdroj: vlastní)

Tabulka 21 Palec mezizastávky – čas kusu

Číslo měření	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]	Čas kusu [s]	Čas kusu [min]
	<i>Technologická dávka: 2 kusy</i>		<i>Technologická dávka: 4 kusy</i>	
1.	286,00	4,77	235,75	3,93
2.	285,50	4,76	235,75	3,93
3.	291,00	4,85	240,25	4,00

(zdroj: vlastní)

Tabulka 22 Palec mezizastávky – výsledná norma čas kusu

	Čas kusu [min]	
	<i>Technologická dávka: 2 kusy</i>	<i>Technologická dávka: 4 kusy</i>
$\bar{X}$	4,79	3,95
S	0,0507	0,0433

* $\bar{X}$ – aritmetický průměr; S – výběrová směrodatná odchylka

(zdroj: vlastní)

9.3 Analýza – analýza efektivity technologických dávek

Po výpočtu průměrné hodnoty času kusu při jednotlivých velikostech technologické dávky a ověření relevance prostřednictvím směrodatné odchylky (výběrové) následovala analýza dosažených výsledků.

Proběhla komparace získaných čísel, z níž vzešla časově efektivnější varianta velikosti technologické dávky v rámci samotného procesu obrábění celé série. Dále byla provedena komparace počtu možných příležitostí ke vzniku prostojů (časových úseků mezi dokončením CNC programu a odepnutím či přepnutím obrobků). Průměrnou délku těchto prostojů však v současné situaci, kdy nejsou monitorovány, nelze z důvodu jejich vysoké časové variability spolehlivě určit na několika málo provedených měřeních. Jejich váha je v tomto kontextu, při jejich obvykle nezanedbatelné délce, s vysokou pravděpodobností ještě významnějším faktorem než samotný uspořádaný čas z procesní složky spojené přímo s obráběním. Prostoje výsledný čas trvání obrobění série nepochybně zvyšují a jejich redukce je tedy vzhledem k časové efektivitě práce jednoznačně pozitivním jevem.

Konfrontace těchto výsledků s časovou náročností přípravy (seřízení stroje před započítáním obrábění série jiných dílců), která může v určitých situacích do výsledného efektu také promlouvat, je též komplikovaná. Pozornost jí bude věnována později v této kapitole.

9.3.1 Pásnice – analýza

Výsledky jasně dokazují (při nízké hodnotě výběrové směrodatné odchylky), že rozšířením jen o 1 svěrák, zvětšením technologické dávky pouze o 10 kusů, není v tomto případě docíleno tak velkého efektu časové úspory ze samotných činností obrábění. Rozdíl mezi časem kusu při obrábění technologické dávky o 20 a 30 kusech činí prakticky zanedbatelný čas. Obrobením celé série, která čítá u pásnice 1400 kusů, už ale získáme rozdíl ve výši přibližně 14 minut. U takto objemné série dosáhneme významné úspory času zejména snížením počtu opakování jejích cyklů, přičemž dojde ke snížení četnosti prostojů vznikajících mezi dokončením CNC programu a započítáním odepínání nebo přepínání pracovníkem obsluhy stroje. V případě velikosti technologické dávky 20 kusů se příležitostí k prostoji vyskytuje celkem 140 ($1400 \text{ kusů} / 20 \text{ kusů} \times 2$ možnosti prostoje v rámci jednoho kompletního obráběcího cyklu). Při množství 30 kusů v technologické dávce 94 ($1400 / 30 \times 2$). Snížení počtu opakování ze 70 na 47, přinese tedy snížení počtu příležitostí pro tento prostoj o 46.

Pro doplnění předchozího výzkumu: pásnice má ve výrobním příkazu v kolonce Čas kusu uvedeno 1,20 (minuty), což měřeními zjištěným časům 0,86 a 0,85 minuty ani v tomto případě neodpovídá a zvláště při 1400 kusech v sérii vytváří značnou časovou odchylku.

9.3.2 Pánt 2 držák 1 – analýza

Výsledky měření prokázaly vyšší efektivitu obrábění při větší technologické dávce. Zvětšení technologické dávky ze 2 na 4 kusy znamenalo jistou časovou úsporu. Konkrétně se při přepočtu ušetří na jednom dílci v průměru 0,5 minuty, na celé sérii o 60 kusech pak 30 minut času přímo na pracovních procesech souvisejících s obráběním. Na možných prostojích mezi dokončením CNC programu a odepnutím/přepnutím lze ušetřit další cenný čas. U technologické dávky o velikosti 2 kusů je příležitostí k takovému prostoji celkem 60 ($60 \text{ kusů} / 2 \text{ kusy} \times 2$ možnosti prostoje v rámci jednoho kompletního obráběcího cyklu), oproti tomu při 4 kusech v technologické dávce 2x méně, tedy 30 ($60 / 4 \times 2$).

Čas kusu je u dílce pánt 2 držák 1 v současnosti normován na 4,5 minuty. Tato hodnota v komparaci s těmi naměřenými neodpovídá cca o 1,5 minuty, respektive 2 minuty a jako ve všech předchozích případech je tak nadhodnocena.

9.3.3 Palec mezizastávky – analýza

Z výsledků vyplývá, že z hlediska času je efektivnější volba větší technologické dávky. V tomto případě se při obrábění po 4 kusech v technologické dávce namísto 2 v přepočtu ušetří na jednom dílci v průměru 0,84 minuty (50,4 sekundy). Z toho plyne, že se u série, jež měla 100 kusů, ušetří 84 minut, a to pouze na pracovních činnostech spojených s obráběním. To představuje samo o sobě značnou časovou úsporu. Když navíc zahrneme prostoje vznikající mezi dokončením CNC programu a odepnutím/přepnutím, k nimž se v důsledku zvětšení technologické dávky naskytne méně příležitostí, výsledný efekt časové úspory se navýší ještě mnohem výrazněji. V případě velikosti technologické dávky 2 kusů bude příležitostí k prostoji celkem 150 (100 kusů v sérii / 2 kusy v technologické dávce x 3 možnosti prostoje v rámci jednoho kompletního obráběcího cyklu), oproti tomu při množství 4 kusů v technologické dávce o polovinu méně, a sice 75 (100 / 4 x 3).

Pro doplnění: norma čas kusu je u tohoto dílce nastavena na 4 minuty. To zhruba odpovídá při obrábění o technologické dávce 4 kusů. Napomohl tomu však již popsany modifikovaný technologický postup, který čas kusu prodlužuje.

9.3.4 Zhodnocení analýzy

Po zanalyzování zjištěných výstupů lze konstatovat, že v podmínkách pracoviště frézek hraje velikost technologické dávky, vzhledem k normování, potažmo časové efektivitě obrábění, a v oblasti plánování výroby, zásadní roli.

Naměřené hodnoty skutečně potvrdily domněnku, že zvětšení technologické dávky přináší časové úspory u samotných obráběcích procesů. Některé pohyby se zde provádějí vždy bez ohledu na velikost technologické dávky. Tytéž pohyby probíhají zrovna tak kvůli jednomu jako hned několika dílcům, což při přepočtu na pracnost jednoho dílce v konečném důsledku přináší časové zvýhodnění ve prospěch větší technologické dávky.

Mezi diskutované pohyby můžeme z pohledu pracovníka zařadit například tyto:

- odebírání/ukládání všech dílců z/do příslušné přepravy najednou (pokud počet umožňuje jejich přenesení najednou).
- vytahování a odkládání kliky a ofukovací pistole
- otevírání a zavírání dveří CNC obráběcího centra
- iniciace chodu CNC obráběcího centra

A co se CNC obráběcího centra týče, lze uvést následující:

- pohyby vřetene směrem k/od zásobníku s nástroji a pracovního stolu se svěráky
- pohyby otočného ramene zabezpečujícího zasazování/vyměňování/odjímání nástrojů vřetene
- iniciační/finální fáze CNC programu

Důležitým a mnohdy nejzásadnějším faktorem je fakt, že zvětšením technologické dávky dochází rovněž k výraznému snižování rizika vzniku prostojů. Série se odvede při menším počtu opakování, čímž vzniká méně časových úseků mezi dokončením CNC programu a odepnutím (přepnutím) obrobků, kdy neprobíhá aktivita přidávající hodnotu, což může při určité velikosti technologické dávky znatelně působit zejména u obrábění objemnějších sérií. Pokud by byla například při technologické dávce 5 kusů obráběna série o velikosti 100 kusů, činnost by se realizovala ve 20 opakováních (cyklech). Pakliže by byla při stejné technologické dávce obráběna 4x objemnější série o velikosti 400 kusů, počet opakování by se rovněž zečtyřnásobil na 80.

Benefit tohoto přístupu navíc dále narůstá s četností aplikovaných CNC programů na dílec. S rostoucím počtem CNC programů totiž úměrně roste možnost vzniku dalších prostojů tohoto typu. Tento efekt lze dobře ilustrovat na příkladu dílce palec mezizastávky, jenž je obráběn celkem 3 CNC programy (zahrnuje 2 přepnutí a jedno finální odepnutí, celkem tedy vzniká v rámci obrobku jedné technologické dávky 3x prostor pro vznik prostoje) a obrábění probíhá po 100 kusech v sérii.

Tabulka 23 Vliv zvětšení technologické dávky na počet opakování a možností prostojů

Počet svěráků	1	2	3	4	5	6	7	8
Velikost technologické dávky	1	2	3	4	5	6	7	8
Počet opakování	100	50	34	25	20	17	15	13
Počet možností prostoje	300	150	102	75	60	51	45	39

(zdroj: vlastní)

Měření tohoto dílce bylo prováděno u CNC obráběcího centra MCFV 1060, kde lze využít až 6 svěráků. Pokud by se tedy tato série obráběla při úplném využití kapacity zařízení na 6 svěrácích při technologické dávce 6 kusů, vznikl by prostor pro zmiňovaný prostoj pouze 51x, jak můžeme vyčíst z tabulky, což by byl ve srovnání s měřenou variantou při technologické dávce 2 kusů opravdu značný rozdíl (o 99 možností prostoje méně). Kdyby

se palec mezizastávky obráběl na strojích MCFV 1260 STANDARD nebo MCFV 1260 INNOVATION, které pojmu až 8 svěráků, představovalo by to z tohoto úhlu pohledu ještě významnější změnu.

Velikost sérií dílců se pohybuje zpravidla v rozmezí mezi 1 kusem (vysoce specifická zakázková výroba) až 1500 kusy. Tato rozmanitost tak občas vyžaduje individuálnější přístup k řešení otázky nastavení efektivní technologické dávky. Děje se tak však pouze v několika málo případech, a sice pokud se zaměříme na série s opravdu nízkým počtem dílců a zároveň obráběných v rámci jednoho CNC programu bez přepínání, kupříkladu od 1 do 15 kusů. Chceme-li dosáhnout kýženého zvýšení efektivity vztažené k uspořenému času, obrábění při vyšším počtu svěráků (zvětšení technologické dávky) se u nich nemusí vyplatit už jen vzhledem k nutnosti kalibrace.

9.4 Improve – návrhy na zlepšení stávající situace

Tato fáze se zaměřuje na návrhy opatření, vyplývajících ze zjištění předchozího kroku, která povedou k dosažení standardizace efektivních technologických dávek u jednotlivých druhů dílců, jež posléze zároveň umožňuje provedení požadovaného narovnání výrobní normy čas kusu u těchto druhů dílců.

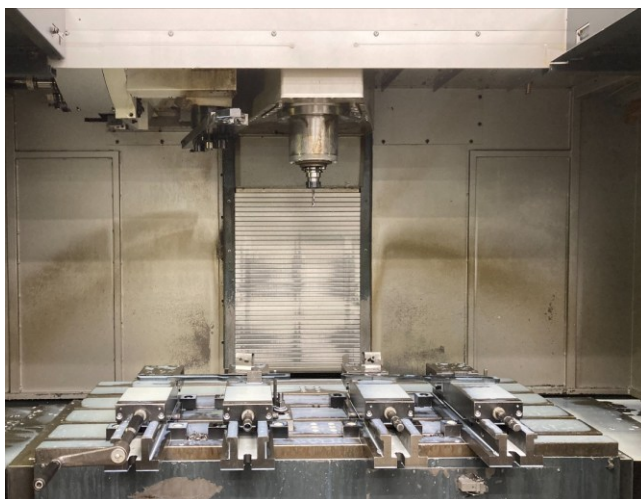
Pro dosažení tohoto cíle se jeví jako nezbytné postupovat především v souladu se zpracovanými výstupy z několika provedených měření, následnými výpočty a zhodnocením analýzy. Ty totiž jasně ukazují, že by se tyto velikosti technologických dávek měly zvětšit, avšak s ohledem na všechny další výše uvedené skutečnosti, a směřovat tak k maximálnímu využití kapacity stolů (svěráků) CNC obráběcích center. To přinese časové úspory.

Přípravný čas lze za současné situace těžko určovat (normovat), neboť silně závisí na tom, kolik svěráků se rozhodne obsluha pro obrábění dané série použít. V některých případech se volně pokračuje s již instalovaným počtem od předchozí série jiných dílců, v opačných se svěráky přeinstalují do jiného počtu.

Po plošném zvětšení a standardizaci velikosti technologických dávek by tento faktor nebyl už zdaleka tak významný. Jednalo by se případně zpravidla již pouze o nižší rozšíření, jež by nevyžadovala tolik času. Upevnění jednoho svěráku trvá většinou kolem 5 minut, obdobně pak přidružená kalibrace, která však musí probíhat u každého používaného svěráku vždy. Naopak určité činnosti jako vychystání, příprava a zasazení obráběcích nástrojů do

zásobníku před započítáním obrábění a ostatní faktory, které rovněž determinují čas potřebný k obrobení série, jsou na velikosti technologické dávky zcela nezávislé.

Druhou variantu představuje osazení pracovního stolu CNC obráběcího centra maximálním počtem svěráků a v případě obrábění dílců zpracovávaných po menších technologických dávkách v tu dobu nadbytečné svěráky nedemontovat, pouze je z procesu obrábění vynechat (nekalibrovat). Kvůli případům, kdy je třeba modifikovat vzájemné prostorové odsazení svěráků na stole, například tehdy, když je dílec uchycen ve dvou svěrácích, lze tento přístup právě v závislosti na aktuálních požadavcích výrobního plánu uplatnit výhradně na vybraných zařízeních.



Obrázek 20 Svěráky na stole CNC obráběcího centra

(zdroj: vlastní)

Bariéru znemožňující výraznější plošné zvětšení velikosti obráběných technologických dávek představuje dle slov pracovníků obsluhy strojů nedostatek svěráků na pracovišti. Celkem jich mají k dispozici 22 na 4 CNC obráběcí centra (průměrně 5,5 kusu na jedno). Z dat v tabulce níže vyplývá, že při maximálním osazení je možno na všechna zařízení umístit v součtu až 29 svěráků. Do tohoto kapacitně plného stavu jich tak schází 7. Stan instalovatelného počtu svěráků tedy není maximální potenciální kapacita strojů pokryta. Naproti tomu v současnosti pracovníci někdy zdaleka nevyužívají ani dostupný arsenal. Nikterak výjimečné není obrábění na 2 nebo 3 svěrácích, což se měřeními prokázalo jako zpravidla neefektivní.

Tabulka 24 Přehled maximálního počtu instalovaných svěráků na zařízení

Označení CNC obráběcího centra	Maximální počet instalovaných svěráků
MCFV 1260 STANDARD	8 kusů
MCFV 1260 INNOVATION	8 kusů
MCFV 1060	6 kusů
MCV 1260i	7 kusů

(zdroj: vlastní)

Aktuálně (ke dni 22. 11. 2024) disponuje pracoviště frézek kupříkladu jen 18 použitelnými svěráky, protože 4 kusy jsou momentálně poškozeny a vyžadují opravu. Aby mohlo plošně dojít ke standardnímu zvětšení obráběných technologických dávek, je nutné zajistit dostatečnou strojní výbavu (včetně rezervy) právě v podobě svěráků.

S přihlédnutím k technickým možnostem pracoviště lze považovat za vhodné zvážit dokoupení svěráků do CNC obráběcích center. Cena jednoho svěráku se pohybuje okolo 15 000 Kč. Pro porovnání, hodina prostoje stojí firmu průměrně 697 Kč. Při tomto srovnání můžeme uvést, že investovaná částka do jednoho svěráku se finančně navrátí už za předpokladu, že v důsledku aplikování větších technologických dávek dojde ke snížení prostojů o cca 21,5 hodiny.

9.5 Control – implementace návrhů, stabilizace a kontrola

Pro dosažení kýženého efektu ze standardizace velikosti technologických dávek je tedy nutné, aby příslušní vedoucí pracovníci oddělení technické přípravy výroby po konzultaci se samotnými pracovníky obsluhy CNC obráběcích center závazně nastavili standardní velikosti technologických dávek pro obrábění každého druhu dílce (nakoupili další svěráky). Informaci o těchto velikostech je pak potřeba zavést do informačních systémů podniku a příslušnou formou dostat ke zmíněným dotčeným pracovníkům obsluhy CNC zařízení, ideálně jejich zahrnutím do výrobních příkazů a osobním vysvětlením smyslu nového opatření.

Takto standardizované velikosti technologických dávek je poté třeba, spolu se zvolenou variantou ze zmíněných možných postupů nakládání se svěráky a za běžného provozu, pevně dodržovat, a v průběhu času kontrolovat vedoucími pracovníky, tedy řídit. Jednoduchým mechanismem kontroly mohou být pochůzky po pracovišti, které vykonává především mistr, a to několikrát za směnu.

10 NÁVRH SYSTEMATICKÉ STANDARDIZACE NOREM ČAS KUSU

Návrh systematické standardizace norem čas kusu navazuje v logické posloupnosti na návrh předešlý, týkající se standardizace velikosti technologických dávek, bez jehož ukotvení nelze jakkoli dosáhnout požadovaného efektu narovnání norem čas kusu, které jsou důležité ve vztahu k plánování výroby a měření výkonnosti pracovníků.

Přináší možnost systematicky a bez manuálního měření nově standardizovat normy čas kusu u jednotlivých druhů dílců, a to hlavně díky zavedení výrobního informačního systému (Manufacturing Execution System = MES) SYMPS od společnosti Htechnologies, který je (v době zpracovávání práce) v podniku testován na vybraných zařízeních a prochází tak zkušební fází před finální plošnou implementací.

10.1 Základní charakteristika výrobního informačního systému SYMPS

Informace vztahující se k MES SYMPS byly čerpány z interního dokumentu vytvořeného společností Htechnologies, jenž je určen přímo firmě, a dále také z rozhovorů s technickými pracovníky této společnosti.

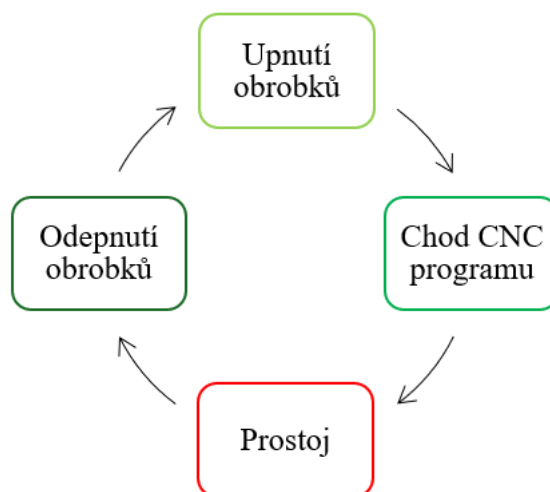
Výrobní informační systém SYMPS umožní podniku sledovat užitečné informace o probíhající výrobě (včetně aktivity strojů a aktuálně rozpracovaném výrobním příkazu) v reálném čase i analyzovat data historická. Ve spojení s používaným systémem pro plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource Planning = ERP), kterým je ve firmě Dimenze++, přinese MES nové možnosti plánování výroby. Zároveň poskytne nástroje pro zavedení prediktivní údržby, provádění operativních změn ve frontě práce, organizaci kontroly kvality výstupů výroby, školení zaměstnanců, předávání informací a mnoho dalších funkcionalit.

10.2 Popis návrhu

Návrh vychází z možnosti systémového monitorování aktivity CNC obráběcích center na pracovišti frézek v reálném čase, jakožto funkčního prvku MES SYMPS, a představuje využití získaných dat ke standardizačnímu procesu, konkrétně k narovnání stávajících nepřesných norem čas kusu u jednotlivých druhů dílců následujícím způsobem.

10.2.1 Obráběcí cyklus

Chod CNC centra společně s upínáním a odepínáním obrobků pracovníkem obsluhy spadá do pracovních činností procesu obrábění. Oproti tomu stojí prostoj, který je plýtváním. Obrázek níže zachycuje tyto nejvýznamnější fáze obráběcího cyklu za normálního provozu, bezporuchového stavu, jak byly vydefinovány již v podkapitole 7.3.



Obrázek 21 Obráběcí cyklus

(zdroj: vlastní)

10.2.2 Princip sběru dat pracovní aktivity zařízení

Ke sběru potřebných dat lze využít sledování proudové zátěže napájecích systémů CNC obráběcích center, kdy je možné velmi dobře odlišit, jestli zařízení obrábí, nebo nikoliv. K tomu je však potřeba mít vydefinovanou hladinu proudu, jež signalizuje skutečnou práci stroje (například obrábění vřetena, nejen pouze zapnutý stroj). Sledování tohoto typu probíhá pomocí měřících transformátorů. Prostřednictvím tohoto měření lze získat podrobný přehled o chodu CNC programu v reálném čase.

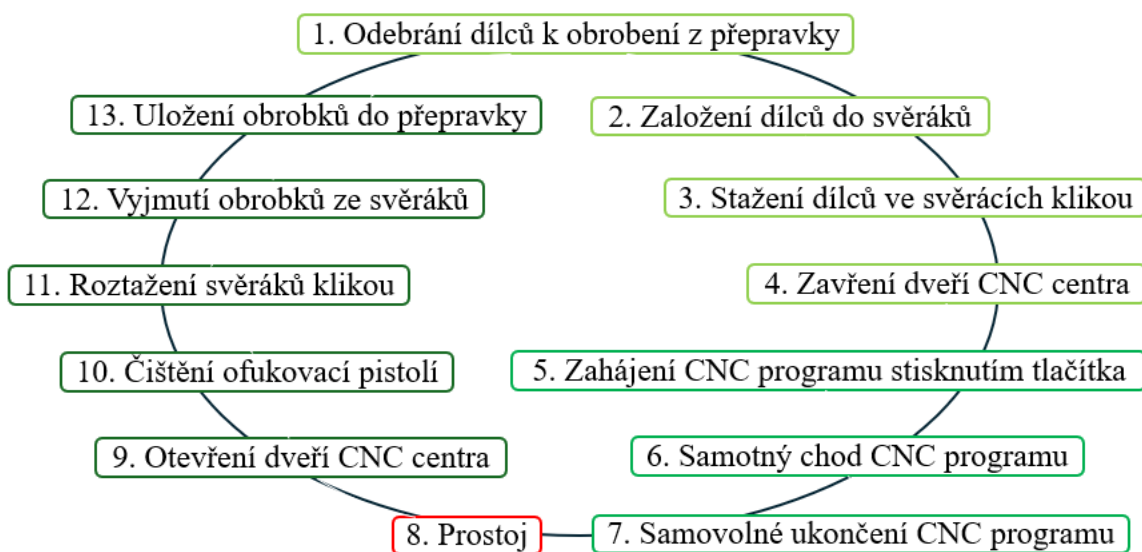
10.2.3 Princip sběru dat pracovní aktivity pracovníka

Vytěžování dat o průběhu činností prováděných pracovníkem ztěžuje výše naznačený prostoj, který je za účelem narovnání norem čas kusu nutné separovat od času pracovní činnosti pracovníka (v podobě upínání a odepínání obrobků) na daném zařízení, abychom zjistili skutečnou pracnost technologické dávky bez zbytečných prostojů, tedy za jakou časovou dobu je v silách pracovníka v kooperaci se strojem odvést technologickou dávku, z níž lze poté spočítat normu čas kusu.

Jak bylo již vícekrát popsáno, tento prostoj vzniká mezi samovolným ukončením CNC programu a otevřením dveří CNC centra. V obráběcím procesu se jedná o nejzásadnější druh prostoje. Rozpětí doby jeho trvání může být velice široké. Může se jednat o časový úsek o délce několika málo vteřin (pracovník je v blízkosti stroje a sleduje ho), ale i desítek minut, kdy pracovník tráví čas například:

- práci na jiném z CNC obráběcích center (výměna nástroje nebo broušení, seřizování/přetypování před sérií jiných dílců aj.)
- u mobilního telefonu nebo v rámci jiné vlastní aktivity
- na toaletě
- operativní konzultací jakéhokoliv provozního problému

Zmíněnou situaci ještě přehledněji znázorňuje následující obrázek, na němž lze vidět podrobněji rozebraný obráběcí cyklus ve smyčce:



Obrázek 22 Obráběcí cyklus – podrobnější

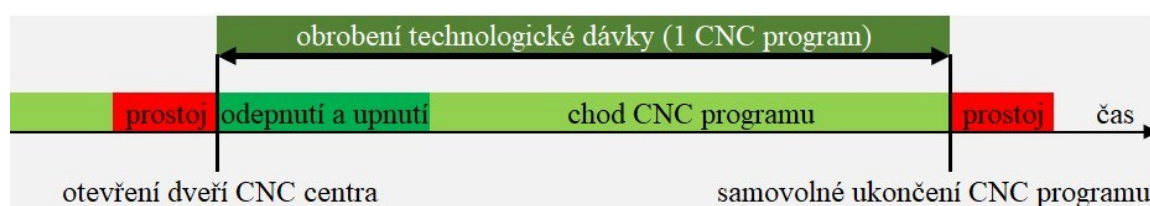
(zdroj: vlastní)

Bod 1. a 13. nastává v rámci procesu obrábění jedné technologické dávky vždy pouze 1x. V případech dílců obráběných na více CNC programů (s přepnutím) proběhne bod 1. pouze na úplném začátku procesu a bod 13. pouze na úplném konci procesu. Mezi dvěma po sobě jdoucími CNC programy jsou tedy tyto body vynechány a přepnutí proběhne naplněním bodů 12. a 2. (obrobek se však založí jinak než před vyjmutím).

Jelikož tento prostoj ohraničují samovolné ukončení CNC programu a otevření dveří CNC centra, řešením je zaměřit se právě na tyto dvě fáze. Samovolné ukončení CNC programu je možné rozpoznat na základě proudové zátěže, kdy hladina proudu výrazně poklesne pod vydefinovanou mez (zařízení přestane vysílat signál). Eventualita realizace monitoringu změny stavu u dveří CNC centra ze zavřených na otevřené (a naopak) byla konzultována s vedoucím TPV s pozitivním výsledkem. Na základě poskytnutých informací disponují CNC obráběcí centra z důvodů bezpečnosti práce zabudovanou funkcí zámku, který znemožňuje otevření dveří v průběhu chodu CNC programu. Tento bezpečnostní zámek je však v současnosti deaktivován a neplní tak svou primární funkci. Při jeho reaktivaci a nastavení manuálního odblokování pracovníkem obsluhy lze v rámci datového přenosu získat přesný časový údaj o tom, kdy pracovník obsluhy odblokoval dveře CNC centra k jejich otevření. Alternativu by představovalo užití bezdrátového magnetického detektoru, jenž by reagoval na samotné otevření dveří a odesílal informace o stavu dveří.

10.2.4 Postup zpracování dat a přínosy návrhu

Datová integrace těchto výstupů by mohla řídicím pracovníkům v kancelářích přinést poměrně detailní přehled o situaci na pracovišti CNC frézek v reálném čase. Princip grafické prezentace výstupních dat ze systému znázorňuje ve zjednodušené formě obrázek níže, kde je zachycen požadovaný časový úsek, který v sobě spojitě nese všechny 3 vydefinované fáze utvářející jeden kompletní obráběcí cyklus (u dílců s 1 CNC programem). Fáze odepnutí pochází vždy z předchozí obráběné technologické dávky a navazuje na upínání a chod CNC programu té následující.



Obrázek 23 Princip zachycení obráběcího cyklu na časové ose

(zdroj: vlastní)

Analýza dat začíná nejdříve od fáze odepnutí obrobků v pořadí 2. obrobené technologické dávky. Takto zvolený postup vychází z toho, že při úplně 1. technologické dávce dílců nelze rozpoznat dobu upínání, protože jí předchází seřizování stroje na tuto novou sérii dílců (prostoj), po kterém se teprve může začít upínat. Zároveň jde o dávku náběhovou, po jejímž

obrobení dochází ke kontrole kvality v dílně kontrolora kvality na obrobně. Po otevření dveří CNC centra a odepnutí obrobků tedy pracovník nepřejde plynule k upínání dílců v pořadí 2. technologické dávky, ale vzniká zde opět prostoj narušující výsledky analýzy. Čas upínání a odepínání navíc nelze oddělit od sebe, a proto je nutné využít až situace, kdy tyto činnosti pracovníka probíhají v bezprostřední návaznosti po sobě, což nastává nejprve při odepínání v pořadí 2. a upínání 3. technologické dávky. U dílců, které jsou obráběny na více CNC programů (s přepnutím) to funguje stejně, v rámci jednoho cyklu jenom probíhá více CNC programů a přidružené/á přepínání.

V průběhu procesu obrábění mohou vznikat také další prostoje i na jiných rozhraních či přímo v rámci daných činností. Za bezproblémového provozu se nemusí jednat zdaleka o zásadní ztráty co do času ani četnosti jejich výskytu (kupříkladu situace, kdy se pracovník potřebuje vysmrkat nebo je při práci vyrušen jiným zaměstnancem, kterému odpovídá). Ale při stavech poruchy a/nebo řešení nekvalit výroby mohou prováděné akce vyžadovat delší čas a zkreslovat výstupy (jde například o výměny, broušení nástrojů sledovaného zařízení nebo úpravu CNC programu v prostředí CAD pracovníkem).

Při zpracovávání dat se proto musí osoba vykonávající tuto činnost (normovač) zaměřit na vyhledávání extrémů (výrazných odchylek), a tyto extrémy nezahrnovat do souboru dat pro výpočet hodnoty průměrné doby trvání obrobení jedné technologické dávky, a dále se případně zajímat o příčiny těchto odchylek přímo na pracovišti.

K výpočtu normy čas kusu u jednotlivých druhů dílců je kromě průměrné doby trvání obrobení jedné technologické dávky nutné znát též její velikost, což bude díky standardizaci (viz předchozí kapitoly) zajištěno. Nová norma čas kusu se tedy získá ze vztahu:

$$\text{Čas kusu} = \frac{\text{průměrná doba trvání obrobení jedné technologické dávky}}{\text{velikost technologické dávky}} \quad (10)$$

Důležitou součástí v procesu zavádění nových norem čas kusu představuje i patřičné zdokumentování samotného standardního způsobu, jakým byly normy vytvořeny, při jak velkých technologických dávkách, za jakého technologického postupu a na jakém zařízení, aby se do budoucna předešlo aktuálně existujícím nejasnostem v této oblasti normování výroby. Dále by měl být zahrnut odkaz na autora normy a datum jejího vzniku.

Návrh poskytuje podniku možnost standardizovat normy čas kusu u jednotlivých druhů dílců na bázi využití zaváděného výrobního informačního systému bez nutnosti provádění časově náročného manuálního měření stopkami přímo v místě pracoviště frézek.

10.3 Zhodnocení návrhu ve vztahu k bezpečnosti

K představenému návrhu systematické standardizace norem čas kusu se jeví jako vhodné zpracovat též analýzu rizik. Ta by měla zahrnovat jak rizika mající dopad na zabezpečení fungování samotné provozní stránky návrhu, tak také rizika, která se dotýkají bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na pracovišti, přičemž zde by měl být porovnán stav před a po zavedení návrhu.

Zabezpečení funkčnosti provozní stránky návrhu systematické standardizace norem čas kusu odpovídá zejména zajištění kontinuální provozuschopnosti výrobního informačního systému (MES) včetně jeho senzorických prvků a přenosové soustavy dat. Z tohoto pohledu může systému hrozit například dočasné přerušení datového přenosu (vzájemné komunikace zařízení) v důsledku krátkodobého výpadku elektrické energie nebo jen a pouze nestabilního internetového připojení. Je proto třeba klást důraz na odolnost tohoto systému nejen s ohledem na jeho robustnost a z ní vyplývající potřebnou stabilitu, ale také vzhledem k možným vnějším kybernetickým hrozbám. Mimo toto existuje též riziko poruchy některé z hardwarových komponent systému a nelze opomenout ani faktor lidské chyby.

Co se týče bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, primární varianta návrhu předpokládá k účelu monitorování stavu dveří CNC obráběcího centra využití vestavěné funkcionality bezpečnostního zámku. Její reaktivace by přinesla zvýšení bezpečnosti práce. Za aktuálních podmínek totiž mohou pracovníci obsluhy otevírat dveře i v průběhu chodu CNC programu. Jsou tak vystaveni riziku poranění, například zasažením (zejména obličeje, oka) odlétající kovovou třískou či zlomeným nástrojem nebo odstříkující chladicí kapalinou. Oproti tomu v případě realizace návrhu a obnovení funkce zámku dveří CNC centra bude toto vyloučeno a na pracovišti dojde ke snížení celkového bezpečnostního rizika.

11 SHRNUTÍ APLIKAČNÍ ČÁSTI A PŘÍNOSY NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ

Základním předpokladem standardizace, respektive normování časové náročnosti obrobení jednoho kusu daného druhu dílce (času kusu), je zajištění srovnatelných podmínek průběhu procesu. To vyžaduje zejména následovat standardizované procesní postupy obrábění včetně dodržování stanovených velikostí technologických dávek, které by měly být jednoznačně nastaveny s ohledem na efektivitu výroby a zároveň v rámci kapacitních možností podniku.

Představené návrhy na zlepšení současné situace stran standardizace v oblasti výroby při stávajících a v dohledné době nově implementovaných technických dispozicích v podobě výrobního informačního systému (nezávisle na předložených návrzích) nevyžadují prakticky žádné další finanční náklady (vyjma případného dokoupení svěráků do CNC obráběcích center), jelikož budou součástí tohoto komplexního celopodnikového systémového řešení. Rozhodnutí o zavedení těchto návrhů je tak plně v možnostech a režii firmy.

11.1 Časové úspory (z rozsahu) ze samotného procesu obrábění

Prostřednictvím několika provedených měření a analýzy výsledků i dalších skutečností se prokázalo, že skrze aplikaci větších technologických dávek lze (vyjma několika málo případů vzhledem k popsaným aspektům) docílit časových úspor. Obrábění po více kusech naráz totiž přináší významnou redukci pohybů (strojních v průběhu chodu CNC programu i lidských při provádění činností v souvislosti s upínáním, přepínáním či odepínáním obrobků), neboť nezbytné pohyby, které jsou prováděny vždy (i pouze kvůli jednomu dílci), se účelně vykonávají pro zpracování více dílců najednou.

Nejlépe to demonstruje příklad dílce palec mezizastávky, kdy se při obrábění o velikosti technologické dávky 4 kusů namísto 2 kusů ušetří na pracovních činnostech spojených s obráběním v přepočtu na jednom dílci průměrně 50,4 vteřin, tedy 0,84 minuty. Při obrobení celé série o 100 kusech to činí časovou úsporu ve výši 84 minut, tedy téměř 1,5 hodiny.

11.2 Časové úspory ze snížení četnosti prostojů

V důsledku zvětšení velikosti technologických dávek se zároveň celá série zpracuje za nižšího počtu opakování obráběcích cyklů. Tím dochází ke snížení četnosti příležitostí ke vzniku prostoje mezi samovolným ukončením CNC programu a odepnutím/přepnutím

obrobků. V případě dílců obráběných na více CNC programů navíc s narůstajícím počtem CNC programů úměrně roste možnost výskytu tohoto typu prostoje.

I v tomto případě lze pozorovat zmíněný efekt v největší míře u palce mezizastávky obráběného v rámci 3 CNC programů. Pakliže se obrábí při velikosti technologické dávky 4 kusů, vzniká o polovinu méně příležitostí k prostoji oproti obrábění při množství 2 kusů v technologické dávce. Vyjádřeno řečí čísel se jedná celkem o 75 eliminovaných příležitostí ke vzniku prostoje. Jak bylo již popsáno, délka rozebíraného prostoje je velice různorodá. Jejich kratší doba trvání zachycená při snímkování pracovního dne (směny) při příležitosti měření celkové efektivity zařízení byla zapříčiněna tím, že se na směně pohybovali hned 3 pracovníci obsluhy CNC obráběcích center, což není obvyklý scénář.

11.3 Snížení náročnosti procesu normování

Návrh standardizace norem čas kusu stojí zejména na technologických vymoženostech průmyslu 4.0 (internetu věcí atd.), které s sebou nese výrobní informační systém (MES), jenž se v podniku v současném období postupně zavádí. Časově náročné ruční normování na pracovišti lze nahradit právě tímto systémovým řešením umožňujícím monitoring výroby pomocí dálkového sledování chodu CNC obráběcích center a stavu (polohy) jejich dveří. Takto získaný, poměrně detailní přehled o průběhu výroby v reálném čase by pak poskytoval data pro zjištění průměrné doby trvání obrobku jedné technologické dávky libovolného druhu dílce a finální výpočet jeho normy čas kusu, tedy pro narovnání norem čas kusu, jež v současnosti neodpovídají realitě.

11.4 Přesnější podklady pro plánování výroby a sledování výkonnosti

Předložené návrhy umožňují narovnat v současnosti nepřesně nastavené normy čas kusu a zároveň získat bližší přehled o době trvání prostojů, tedy plánovat průběh výroby v čase, což představuje jeden ze zásadních předpokladů k zajištění plynulosti provozu. Díky tomuto lze také přesněji sledovat výkonnost pracovníků (směn).

11.5 Zvýšení bezpečnosti procesu obrábění

Návrh systematické standardizace norem čas kusu zahrnující monitorování stavu dveří CNC zařízení přináší rovněž zvýšení bezpečnosti práce. Primární varianta předpokládá obnovení aktuálně vypnuté funkce bezpečnostního zámku dveří. V současné době mohou pracovníci otevírat dveře centra i v průběhu chodu CNC programu a hrozí jim tak riziko poranění.

ZÁVĚR

Hlavním stanoveným cílem diplomové práce bylo navrhnout nové postupy a řešení v oblasti standardizace na pracovišti frézek. Konkrétním předmětem výzkumu se stala standardizace efektivních velikostí obráběných technologických dávek a narovnání norem čas kusu.

Postupně prováděné kroky nakonec vyústily až v návrh systematické standardizace norem čas kusu obrábění jednotlivých druhů dílců, umožňující jejich narovnání s ohledem na efektivní nastavení technologických dávek. Tím došlo k naplnění vytyčeného cíle.

Prostřednictvím analýzy naměřených dat v prostředí pracoviště frézek bylo zjištěno, že větší technologické dávky oproti těm menším přinášejí jisté časové úspory z rozsahu, kdy je čas kusu kratší a celá série se odvede za nižšího počtu opakování (obráběcích cyklů). Tím vznikne méně příležitostí k výskytu prostojů mezi zpracovávanými dávkami, což se projeví ještě znatelněji u dílců obráběných na více CNC programů. Tímto byly navržené postupy a řešení vyhodnoceny ve vztahu k efektivitě výroby, přičemž klíčový ukazatel efektivity představoval čas.

Důslednou realizací a řízením návrhu standardizace velikosti technologických dávek jednotlivých druhů dílců lze dosáhnout snížení plýtvání a zvýšení efektivity obrábění, kdy měřitelným ukazatelem je čas. Teprve v návaznosti na zavedení tohoto návrhu může být následně pro jednotlivé dílce provedena kýžená standardizace norem čas kusu. Ta je totiž standardizací velikosti technologických dávek podmíněna.

Časově efektivní řešení v oblasti standardizace nabízí rovněž využívání informačních technologií právě k potřebám normování času kusu. Zde se otevřel prostor k automatickému dálkovému monitorování průběhu procesu výroby v reálném čase, sběru mnoha užitečných dat (včetně doby prostojů), která mohou být přetavena ve výslednou hodnotu normy čas kusu každého druhu dílce bez zdlouhavého konvenčního ručního měření v místě pracoviště.

Z mého pohledu standardizace všeobecně spolutváří základní stavební kámen v řízení podniku. Vštěpuje procesům pevný, ucelený a jednotný řád, unifikuje požadavky na vstupy, výstupy i produkty a služby mezičlánků. Tím umožňuje stanovit platné měřitelné normy jakožto její výstupy, a skrze ně pak dále poskytovat konkrétní přehled o potřebě zdrojů v časoprostoru, tedy sestavit plán průběhu výroby. Pro realizaci plánování je nutné vědět, jak dlouho něco trvá a co je k tomu potřeba použít. Tuto normu můžeme následně porovnávat se skutečností odehrávající se na pracovištích a měřit výkonnost zaměstnanců či strojů, potažmo celé společnosti.

Prostřednictvím standardizace lze také účinně odbourávat projevy plýtvání, a sice prostoje, k jejichž redukci přispívá i zpracovaný návrh. Oblast problematiky prostojů vzhledem k situaci na pracovišti frézek odkrývá i další možné náměty, jimž by bylo účelné věnovat pozornost v rámci budoucích studií. Například plnění urgentních výrobních příkazů, které narušuje postup naplánované fronty práce. Pracovník přerušuje rozdělanou výrobu a věnuje se danému urgentu. V důsledku toho vznikají značné ztráty z přetypování zařízení. Urgenty nyní navíc nejsou operativně zanášeny do systému plánování podnikových zdrojů, aby se mohl přepočítat výrobní plán. Jinou příčinou plýtvání je přepracovávání modelů v prostředí CAD, které vykonává na toto nedostatečně proškolený pracovník obsluhy CNC obráběcích center a od toho se odvíjí doba strávená u těchto mnohdy opakovaných úprav. Z toho důvodu se jeví jako řešení zprostředkovat alespoň vybraným pracovníkům školení na modelaci v CAD, případně svěřit tuto agendu plně způsobilému pracovníkovi na jiné pozici. Zaváděný výrobní informační systém by mohl efektivně přerozdělovat práci na dané stroje s ohledem na vznik prostojů, aby se kupříkladu v jednu chvíli časově nekřížila obrábění dílců s krátkými CNC programy na strojích souběžně obsluhovaných jedním zaměstnancem.

Tento systém také zavádá potenciál ke zmapování a případné korekci přípravného času. To by šlo provést skrze zadávání prováděných příkazů začátku a konce seřizování (přetypování) CNC obráběcího centra pracovníkem do tabletů instalovaných při každém zařízení, což je ostatně již do budoucna plánováno.

Zvýšená efektivita obrábění (odvedení stejné série dílců rychleji než doposud) přináší i svá možná úskalí. Zvýšený výkon jednoho pracoviště je třeba zohlednit napříč podnikem a synchronizovat ho s výkony předcházejících a navazujících pracovišť, aby se v důsledku zvýšení výkonnosti jednoho pracoviště nehromadila nadbytečná zásoba před navazujícím pracovištěm logistického řetězce, a naopak nechyběla dodávka z pracoviště předcházejícího, což otevírá zase další téma.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTECH, © 2017. Online. Dostupné z: <https://www.altech.cz/>. [cit. 2024-10-10].

BAZALA, Jaroslav a kol., 2018. *Obsah a principy plánování a řízení výroby*. Online. In: Techportál.cz. 6. 9. 2018. Dostupné z: <https://www.techportal.cz/33/obsah-a-principy-planovani-a-rizeni-vyroby-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EoSf6RcLfOnlyYXINuL5OkcY/>. [cit. 2025-02-14].

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-0887-6.

DOSSOU, Paul-Eric; TORREGROSSA, Pierre a MARTINEZ, Thomas, 2022. Industry 4.0 concepts and lean manufacturing implementation for optimizing a company logistics flows. Online. In: *3rd International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing*. Linz, Austria: Procedia Computer Science, s. 358-367. ISSN 1877-0509. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922002435?via%3Dihub>. [cit. 2025-02-08].

DUPAL, Andrej, 2018. *Logistika*. Economics. Bratislava: Sprint 2. ISBN 978-80-89-710-44-7.

DUPAL, Andrej, 2019. *Manažment výroby*. Edícia Economics. Bratislava: Sprint 2. ISBN 978-80-89710-50-8.

FAKHRI, Ahmed Bashar et al., 2021. Industry 4.0: Architecture and Equipment Revolution. Online. *CMC-COMPUTERS MATERIALS & CONTINUA*. Roč. 66, č. 2, s. 1175-1194. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000594389000006>. [cit. 2025-03-07].

FLÍDR, Jiří, 2023. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Expert. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-2459-6.

FRIEDMANNOVÁ, Silvie, 2022. *Z garáže do světa. Firmu nastartovala doba, kdy postižení začali být vidět*. Online. Seznam Zprávy. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-firmy-z-garaze-do-sveta-firmu-nastartovala-doba-kdy-postizeni-zacali-byt-videt-211791>. [cit. 2024-10-11].

GOETSCH, David L. a DAVIS, Stanley B., © 2016. *Quality Management for Organizational Excellence*. Eighth edition. Pearson Education. ISBN 978-0-13-379185-3.

HABIB, Fatima Ezzahraa et al., 2022. Industry 4.0 concepts and implementation challenges: Literature Review. Online. In: *9th International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)*. Rabat, Morocco: IEEE, s. 118-123. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9966456>. [cit. 2025-02-07].

CHOURASIA, Shubhangi et al., 2023. Prospects and Challenges with Legal Informatics and Legal Metrology Framework in the Context of Industry 6.0. Online. *MAPAN - Journal of Metrology Society of India*. Roč. 38, č. 4, s. 1027-1052. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000994623900001>. [cit. 2025-02-15].

CHUNDELA, Lubor, 2015. *Ergonomie*. dotisk 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické v Praze. ISBN 978-80-01-05173-3.

JACOBS, F. Robert; BERRY, William L.; WHYBARK, D. Clay a VOLLMANN, Thomas E., [2018]. *Manufacturing planning and control for supply chain management: the CPIM reference*. Second edition. New York: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-260-10838-5.

JANKELOVÁ, Nadežda, 2022. *Manažment*. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7676-263-3.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5717-9.

KOŠTURIÁK, Ján a FROLÍK, Zbyněk, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Management studium. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.

KUBASÁKOVÁ, Iveta; KOLAROVŠKI, Peter a STOPKA, Ondrej, 2017. *Logistické informačné systémy*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, EDIS-vydavateľské centrum ŽU. ISBN 978-80-554-1389-1.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, ©2025. *What is Lean?* Online. Lean Enterprise Institute. Dostupné z: <https://www.lean.org/explore-lean/what-is-lean/>. [cit. 2025-02-08].

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Lidské zdroje. Praha: ASPI. ISBN 80-7357-095-5.

MEKID, Samir, 2021. IoT for health and usage monitoring systems: mitigating consequences in manufacturing under CBM. Online. In: *18th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD)*. Monastir, Tunisia: IEEE, s. 569-574.

Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9429296/authors#authors>. [cit. 2025-02-07].

MUSTHAFA, Muhamad et al., 2020. An IoT-based Production Monitoring System for Assembly Line in Manufacture. Online. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INTEGRATED ENGINEERING*. Roč. 12, č. 2, s. 38-45. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000520007900005>. [cit. 2025-02-07].

NEDELIÁKOVÁ, Eva a ŠTEFANCOVÁ, Vladimíra, 2023. *Six Sigma v dopravných službách*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline. ISBN 978-80-554-1934-3.

NOVÁK, Josef, 2006. *Organizace a řízení*. VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 80-248-1223-1.

OLADELE, Isiaka Oluwole et al., 2024. Advancement of human-machine collaboration in manufacturing: A review on industry 1.0- 6.0. Online. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING AND SCIENCES*. Roč. 18, č. 4, s. 10303-10329. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001389953200007>. [cit. 2025-02-15].

PAKSOY, Turan; KOCHAN, Cigdem a ALI, Sadia Samar, 2021. *Logistics 4.0: Digital Transformation of Supply Chain Management*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-0-3673-4003-2.

PATERMANN, Jiří, 2022. *Lean dílenské řízení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3534-9.

RICHARDS, Gwynne a GRINSTED, Susan, 2016. *The logistics and supply chain toolkit*. Second edition. London: Kogan Page. ISBN 978-0-7494-7557-4.

SIEMENS, © 2025. *Manufacturing planning and control*. Online. Siemens. Dostupné z: <https://www.sw.siemens.com/en-US/technology/manufacturing-planning-control/>. [cit. 2025-02-14].

SULEIMAN, Zhanybek et al., 2022. Industry 4.0: Clustering of concepts and characteristics. Online. *Cogent Engineering*. Roč. 1, č. 9, s. 1-26. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000758659000001>. [cit. 2025-02-07].

ŠVECOVÁ, Lenka a VEBER, Jaromír, 2021. *Produkční a provozní management*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-1385-9.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Expert. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4486-5.

TVRDOŇ, Leo a kol., 2018. *Problematika velikosti dávky*. Online. In: Techportál.cz. 5. 7. 2018. Dostupné z: <https://www.techportal.cz/33/problematika-velikosti-davky-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Eluk3A1jA9RsJPPbSRrCsWM/>. [cit. 2025-02-10].

Výroční zpráva společnosti ALTECH spol. s r.o. za rok 2023, © 2024. Online. In: MSČR - Portál justice. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=82275816&subjektId=560383&spis=693131>. [cit. 2025-02-22].

WÓJCICKI, Krzysztof et al., 2022. Internet of Things in Industry: Research Profiling, Application, Challenges and Opportunities-A Review. Online. *Energies*. Roč. 15, č. 5, s. 3. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000771172000001>. [cit. 2025-02-15].

INTERNÍ ZDROJE FIRMY

ALTECH. *Firemní prezentace*

HTECHNOLOGIES. *Sledování strojů a nasazení MES systému SYMPS ve výrobě, Analýza pro firmu ALTECH s. r.o.*

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Historický vývoj výroby.....	19
Obrázek 2 MUDA.....	24
Obrázek 3 Princip Poka-Yoke	25
Obrázek 4 Vztah standardizace a zlepšování.....	32
Obrázek 5 Logo ALTECH.....	38
Obrázek 6 Layout pracoviště frézek.....	41
Obrázek 7 Urgentní výroba.....	42
Obrázek 8 Pracoviště frézek	43
Obrázek 9 Grafický přehled časových fondů	47
Obrázek 10 Koláčový graf skladby složek měřené směny	48
Obrázek 11 Proces obrábění	50
Obrázek 12 Proces upnutí obrobků.....	51
Obrázek 13 Proces chodu CNC programu.....	51
Obrázek 14 Proces odepnutí obrobků.....	51
Obrázek 15 Graf s výsledky měření – držák horního profilu	54
Obrázek 16 Graf s výsledky měření – držák zámku bariéry.....	56
Obrázek 17 Graf s výsledky měření – žebro.....	58
Obrázek 18 Graf s výsledky měření – závěs.....	60
Obrázek 19 DMAIC.....	63
Obrázek 20 Svěráky na stole CNC obráběcího centra.....	72
Obrázek 21 Obráběcí cyklus.....	75
Obrázek 22 Obráběcí cyklus – podrobnější.....	76
Obrázek 23 Princip zachycení obráběcího cyklu na časové ose.....	77

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Data pro výpočet CEZ.....	47
Tabulka 2 Držák horního profilu – měření	53
Tabulka 3 Držák horního profilu – čas kusu.....	53
Tabulka 4 Držák horního profilu – výsledná norma čas kusu	53
Tabulka 5 Držák zámku bariéry – měření.....	55
Tabulka 6 Držák zámku bariéry – čas kusu	55
Tabulka 7 Držák zámku bariéry – výsledná norma čas kusu.....	55
Tabulka 8 Žebro – měření.....	57
Tabulka 9 Žebro – čas kusu	57
Tabulka 10 Žebro – výsledná norma čas kusu.....	57
Tabulka 11 Závěs – měření.....	59
Tabulka 12 Závěs – čas kusu	59
Tabulka 13 Závěs – výsledná norma čas kusu.....	59
Tabulka 14 Pásnice – měření	64
Tabulka 15 Pásnice – čas kusu.....	64
Tabulka 16 Pásnice – výsledná norma čas kusu	65
Tabulka 17 Pánt 2 držák 1 – měření	65
Tabulka 18 Pánt 2 držák 1 – čas kusu.....	65
Tabulka 19 Pánt 2 držák 1 – výsledná norma čas kusu	66
Tabulka 20 Palec mezizastávky – měření.....	66
Tabulka 21 Palec mezizastávky – čas kusu.....	67
Tabulka 22 Palec mezizastávky – výsledná norma čas kusu	67
Tabulka 23 Vliv zvětšení technologické dávky na počet opakování a možností prostojů...	70
Tabulka 24 Přehled maximálního počtu instalovaných svěráků na zařízení	73

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
CAD	Computer-aided Design (počítačem podporované projektování)
cca	circa (přibližně)
CEZ	celková efektivita zařízení
CNC	Computer Numerical Control (počítačové číslicové řízení)
©	copyright
CRM	Customer Relationship Management (řízení vztahů se zákazníky)
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control (definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat, řídit)
ERP	Enterprise Resource Planning (plánování podnikových zdrojů)
HRM	Human Resource Management (řízení lidských zdrojů)
ICT	Information and Communication Technologies (informační a komunikační technologie)
IoT	Internet of Things (internet věcí)
MES	Manufacturing Execution System (výrobní informační systém)
MS	Microsoft
OEE	Overall Equipment Effectiveness (celková efektivita zařízení)
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný logický automat)
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung (systémy, aplikace, produkty ve zpracování dat) - německá softwarová firma
SCM	Supply Chain Management (řízení dodavatelského řetězce)
spol. s r.o.	společnost s ručením omezeným
TPV	technická příprava výroby
tzv.	takzvaný, takzvaně

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: SCHÉMA ORGANIZAČNÍ STRUKTURY FIRMY

Příloha P II: LAYOUT HALY OBROBNY

Příloha P III VÝROBNÍ PŘÍKAZ – KULISA L

Příloha P IV VÝKRES – KULISA L

Příloha P V ČASOVÝ PRŮBĚH SMĚNY – TABULKOVÝ

Příloha P VI: ČASOVÝ PRŮBĚH SMĚNY – GRAFICKÝ

Příloha P VII: CNC VERTIKÁLNÍ OBRÁBĚCÍ CENTRUM MCFV 1260 INNOVATION

Příloha P VIII: DRŽÁK HORNÍHO PROFILU

Příloha P IX: DRŽÁK ZÁMKU BARIÉRY

Příloha P X: ŽEBRO

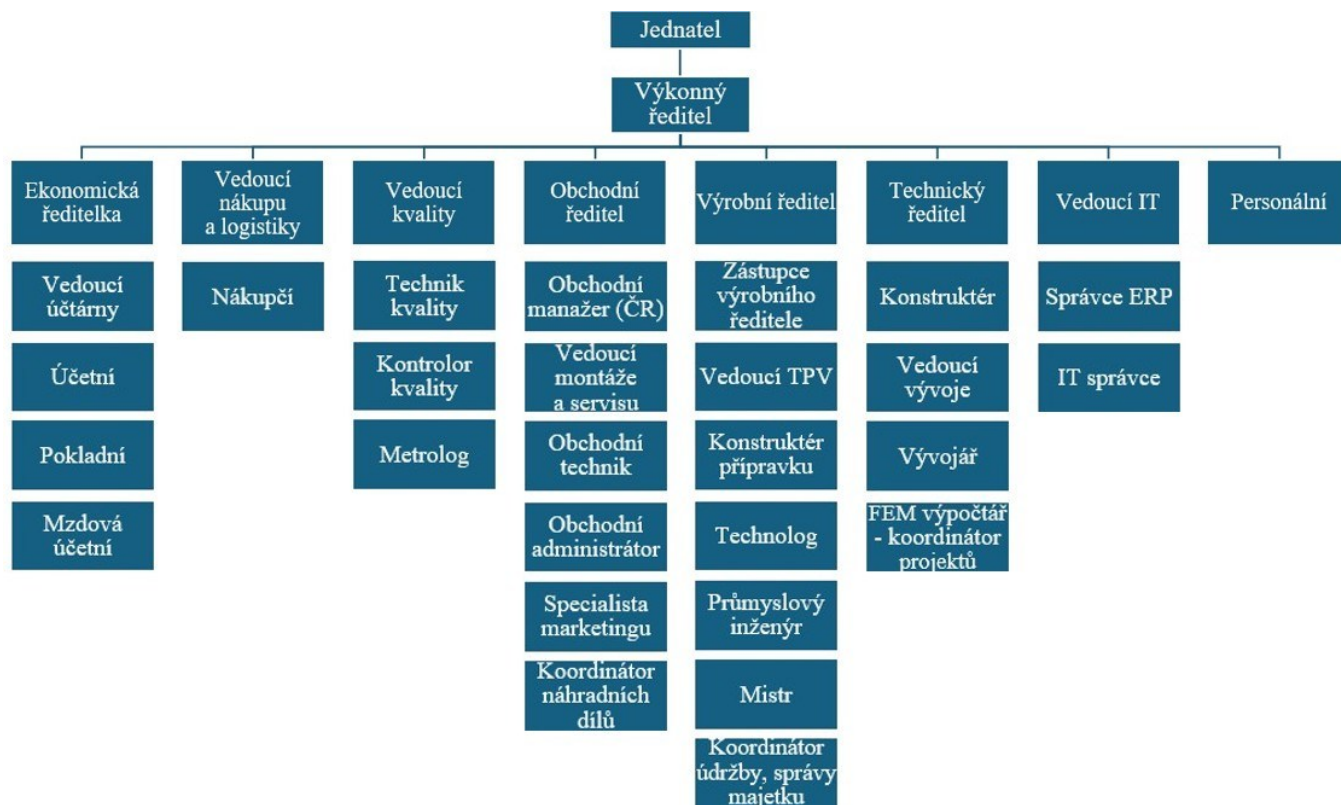
Příloha P XI: ZÁVĚS

Příloha P XII: PÁSNICE

Příloha P XIII: PÁNT 2 DRŽIAK 1

Příloha P XIV: PALEC MEZIZASTÁVKY

PŘÍLOHA P I: SCHÉMA ORGANIZAČNÍ STRUKTURY FIRMY



PŘÍLOHA P II: LAYOUT HALY OBROBNY



PŘÍLOHA P III: VÝROBNÍ PŘÍKAZ – KULISA L

		VÝROBNÍ PŘÍKAZ 28285705		Číslo: 903257 / Výroba série 19.KT Zakázka: ALTECH, spol. s r.o. Objednatel:		Strana 1 z 2 Vyráběné množství 300 ks Každý neshodný kus je nutné hlásit mistrovi Tisknul 29.05.2024 13:49:49	
		Číslo výkresu A17051-001-00					
Název KULISA L		Klíč 2168		Finální lokace: 02 - Kardex - polotovary		Finální sublokace: 15-Altech-výr.	

Pozice	Klíč	Položka	č.výkresu	ZP	Materiál	Šířka	Délka	ks
00001	57318	Plech 10		M	S235JR+N	40	440	593,593 (300)

Technologický postup

Pořadí 0005	Pracoviště: REZÁNÍ LASEREM - řezat tvar dle programu	Laser - BySprint	650	Výroba:	Přípravný čas	
				Podpis, razítko	0,0	
				Kontrola:	Čas dávky	
				Podpis, razítko	200,01	
					Čas kusu	
					0,67	
					V.sublokace	
					01-Dělima	

Pořadí 0010	Pracoviště: ROVNÁNÍ - rovnat do 1mm	Tvařecí lis + zám. + svařování	505	Výroba:	Přípravný čas	
				Podpis, razítko	2,0	
				Kontrola:	Čas dávky	
				Podpis, razítko	152,0	
					Čas kusu	
					0,50	
					V.sublokace	
					22-Příčky	

80, 60, 80, 35,

Pořadí 0020	Pracoviště: VRTÁNÍ - vrtat otvory dle programu a výkresu Pro kontrolu na KEYENCE QR:	NC frézka	201	Výroba:	Přípravný čas	
				Podpis, razítko	30,0	
				Kontrola:	Čas dávky	
				Podpis, razítko	300,0	
					Čas kusu	
					0,90	
					V.sublokace	
					02-Obrobna	

Pořadí 0030	Pracoviště: ZAHLUBOVÁNÍ - zahloubit 90°/3 a 90°/4,5 - z druhé strany zahloubit 90°/4,5 - odjehlít	Sloup.vrtačka SV 321	301	Výroba:	Přípravný čas	
				Podpis, razítko	10,0	
				Kontrola:	Čas dávky	
				Podpis, razítko	469,0	
					Čas kusu	
					1,53	
					V.sublokace	
					02-Obrobna	

[illegible]

ALTECH		NÁZEV KULISA L		01	
KRESLIL		SCHVÁLIL		PŘESNOST	
1 / 1		1 / 1		ISO 2768 mK	
MĚŘENÍ		1 : 2		TOLEROVÁNÍ	
ČÍSLO VÝKRESU		A17051-001-00		ISO 8015	
MATERIÁL		S235JRG2		STAV	
PŘÍPOJOVÁNÍ		P 10-4,40x40		Uvolněno	
DATUM		28.6.2018		PROJEKT	
28.6.2018		28.6.2018		0,908 kg	
UPRAVA PODROBKŮ		HROTNOST		REVIZE	
2168					

PŘÍLOHA P V: ČASOVÝ PRŮBĚH SMĚNY – TABULKOVÝ

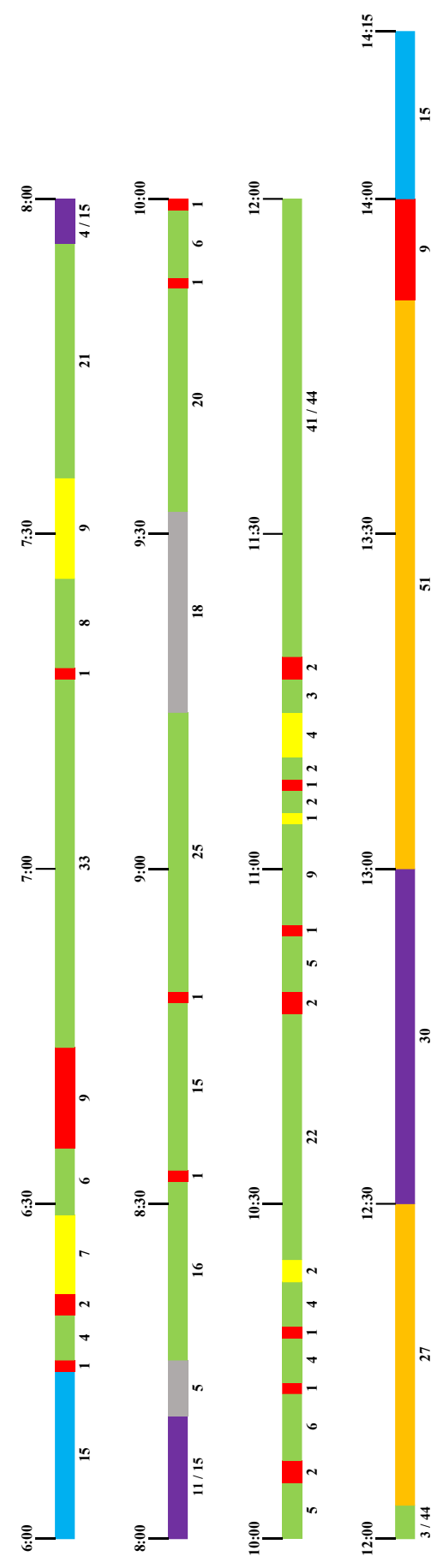
Druh stroje	Čas (plánovaného) stroje od - do											
	počet minut stroje											
<i>předávání stroje (na začátku a na konci směny)</i>	6:00 - 6:15 15											
seřizování/přetypování stroje (před sérií jiných dílců)												
kontrola kvality a případná kalibrace stroje		6:22 - 6:29 7			7:26 - 7:35 9							
neplánovaná údržba (čištění, dolévání kapalin apod.)												
osobní potřeba (toaleta, doplňování tekutin atd.)							8:11 - 8:16 5		9:14 - 9:32 18			
obsluha jiného stroje												
ostatní (operativní konzultace, nevěnování se náplni práce aj.)	6:15 - 6:16 1	6:20 - 6:22 2	6:35 - 6:44 9	7:17 - 7:18 1		8:32 - 8:33 1	8:48 - 8:49 1	9:52 - 9:53 1	10:05 - 10:07 2			
<i>přestávka na oběd, pauza na svačtinu</i>							7:56 - 8:11 15					

Druh prostroje	Čas (plánovaného) prostoje od - do počet minut prostroje							Celkem minut
předávání stroje (na začátku a na konci směny)							14:00 - 14:15 15	30
seřizování/přetypování stroje (před sérií jiných dílců)								0
kontrola kvality a případná kalibrace stroje		10:23 - 10:25 2	11:04 - 11:05 1	11:10 - 11:14 4				23
neplánovaná údržba (čištění, dolévání kapalin apod.)								0
osobní potřeba (toaleta, doplňování tekutin atd.)								23
obsluha jiného stroje					12:03 - 12:30 27	13:00 - 13:51 51		78
ostatní (operační konzultace, nevěnování se náplni práce aj.)	10:13 - 10:14 1	10:18 - 10:19 1	10:47 - 10:49 2	10:54 - 10:55 1	11:07 - 11:08 1	11:17 - 11:19 2	13:51 - 14:00 9	36
přestávka na oběd, pauza na svačtinu							12:30 - 13:00 30	45

PŘÍLOHA P VI: ČASOVÝ PRŮBĚH SMĚNY – GRAFICKÝ

Legenda:

- výrobní činnost
- předávání stroje (na začátku a na konci směny)
- seřizování/přetypování stroje (před sérií jiných dílců)
- kontrola kvality a případná kalibrace stroje
- neplánovaná údržba (čištění, dolévání kapalin apod.)
- osobní potřeba (toaleta, doplňování tekutin atd.)
- obsluha jiného stroje
- ostatní (operativní konzultace, nevěnování se náplni práce aj.)
- přestávka na oběd, pauza na svačinu

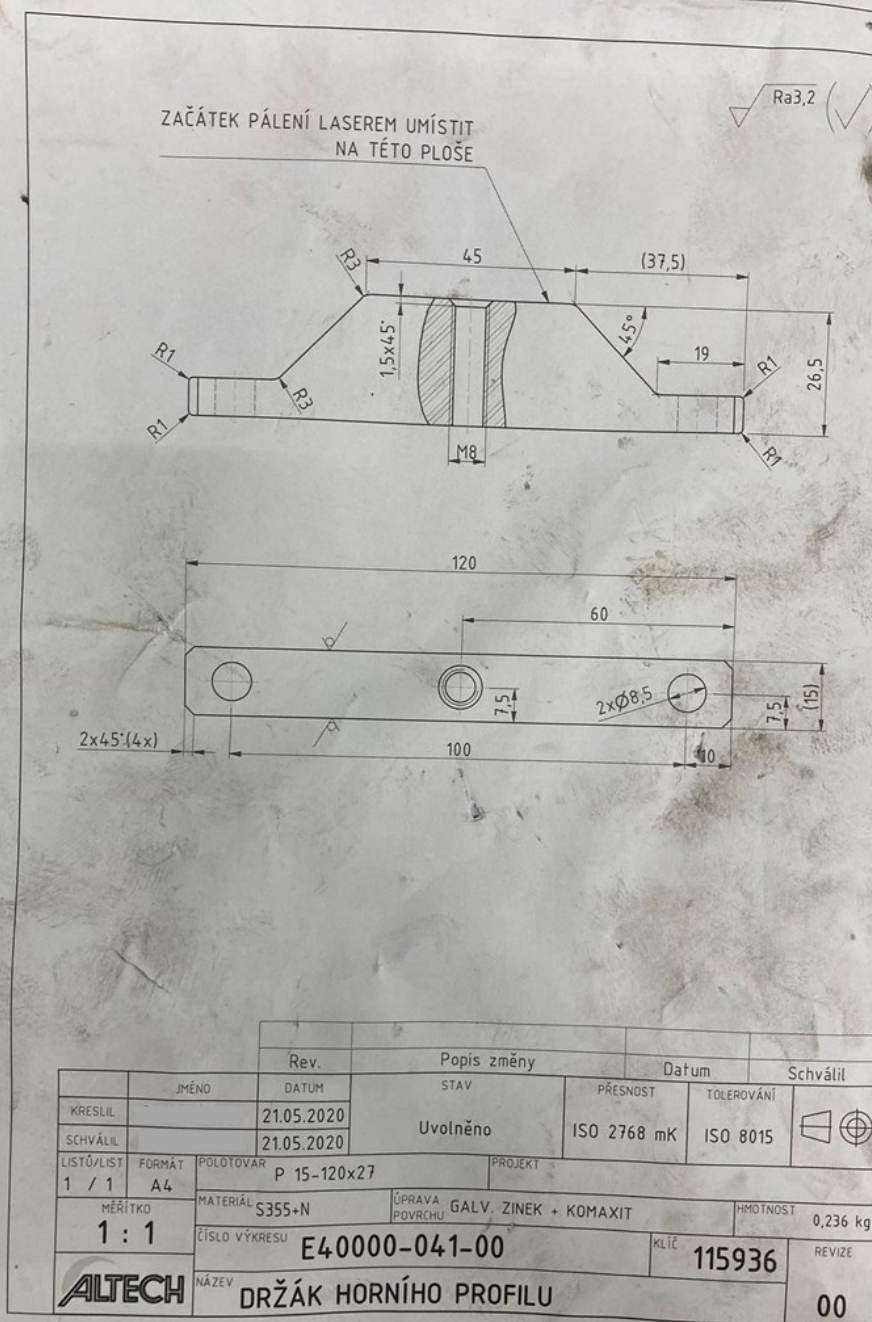


PŘÍLOHA P VII: CNC VERTIKÁLNÍ OBRÁBĚCÍ CENTRUM MCFV 1260 INNOVATION



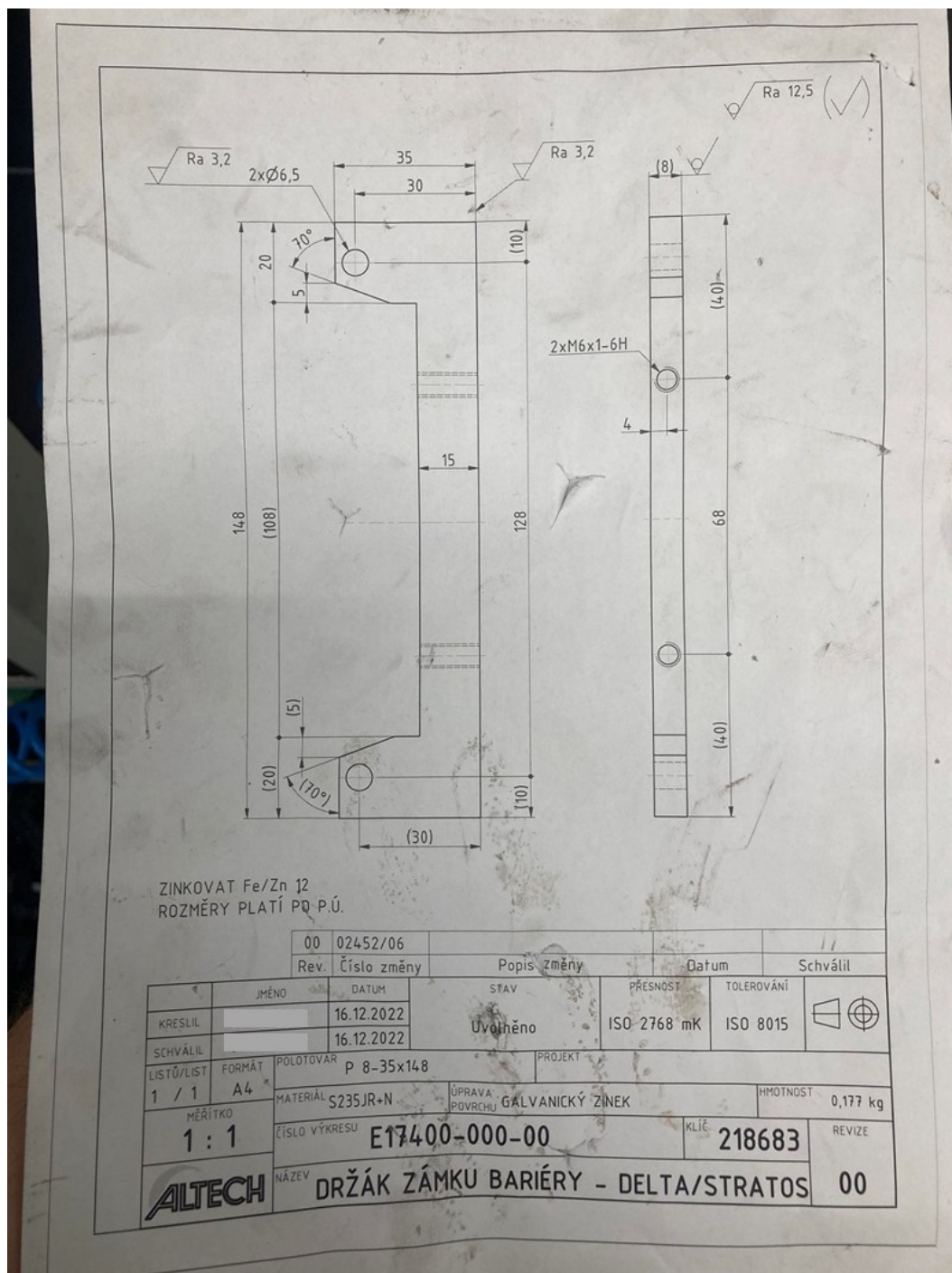
PŘÍLOHA P VIII: DRŽÁK HORNÍHO PROFILU

Pořadí 0070	Pracoviště: OBRÁBĚNÍ	NC frézka	201	Výroba: Podpis, razítko	Přípravný čas 60,0
	- přefrézovat plochu - vrtat otvory, zahloubit a řezat závit			Kontrola: Podpis, razítko	Čas dávky 1 060,0
					Čas kusu 2,50
					V.sublokace 02-Obrobna



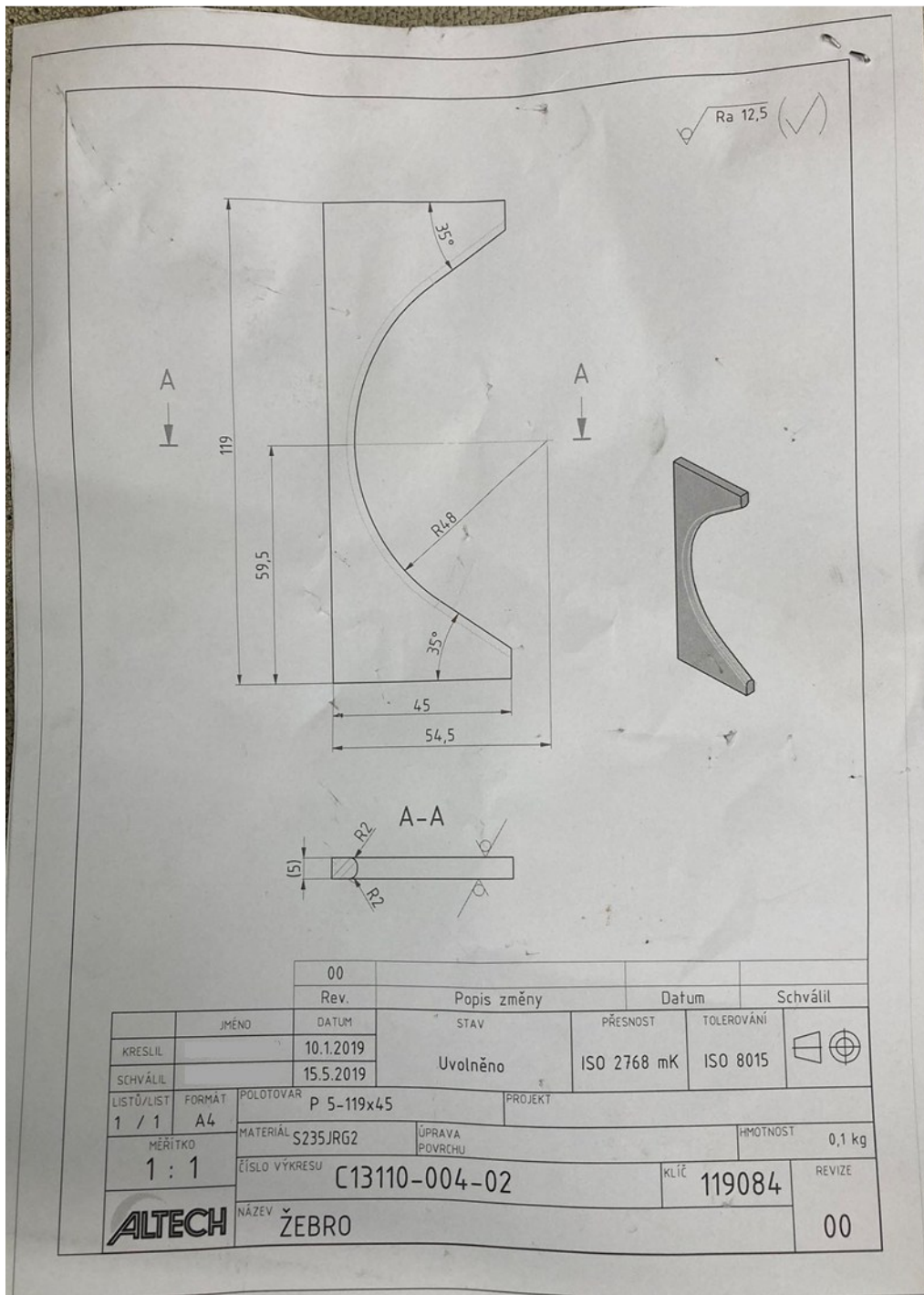
PŘÍLOHA P IX: DRŽÁK ZÁMKU BARIÉRY

Pořadí 0030	Pracoviště: OBRÁBĚNÍ	NC frézka	201	Výroba: Podpis, razítko	Přípravný čas 60,0
	- frézovat, vrtat a závitovat dle programu a výkresu			Kontrola: Podpis, razítko	Čas dávky 1 060,0
					Čas kusu 2,50
					V.sublokace 02-Obrobna



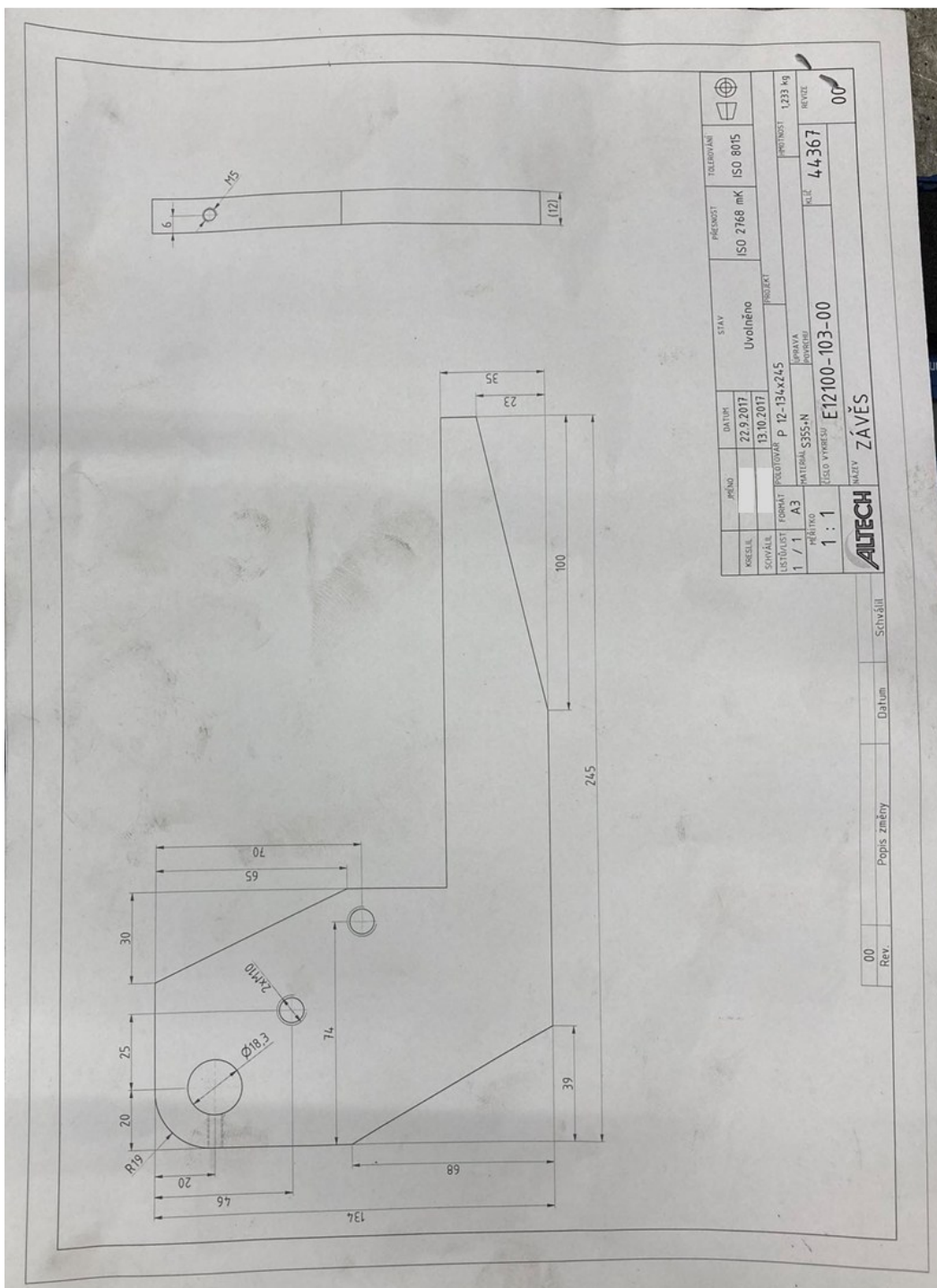
PŘÍLOHA P X: ŽEBRO

Pořadí 0015	Pracoviště: OBRABĚNÍ	NC frézka	201	Výroba: Podpis, razítko	Přípravný čas 60,0
- upnout kus do přípravku na dvě upínky 0,8min - frézovat tvar R48 s výběhy 35° s R2 0,7min - přepnout kus v přípravku na dvě upínky 0,8min - frézovat tvar R48 s výběhy 35° s R2 0,7min					Čas dávky 1 260,0
				Kontrola: Podpis, razítko	Čas kusu 3,00
					V.sublokace 02-Obrobna



PŘÍLOHA P XI: ZÁVĚS

Pořadí 0015	Pracoviště:	NC frézka	201	Výroba:	Přípravný čas
	OBRÁBĚNÍ - dle programu vrtat prům.18,3 a prům.8,4(2x) - srazit a řezat M10(2x) Pro kontrolu na KEYENCE použít program viz QR:			Podpis, razítko	90,0
				Kontrola:	Čas dávky
				Podpis, razítko	715,0
					Čas kusu
					2,50
					V.sublokace
					02-Obrobná



PŘÍLOHA P XII: PÁSNICE

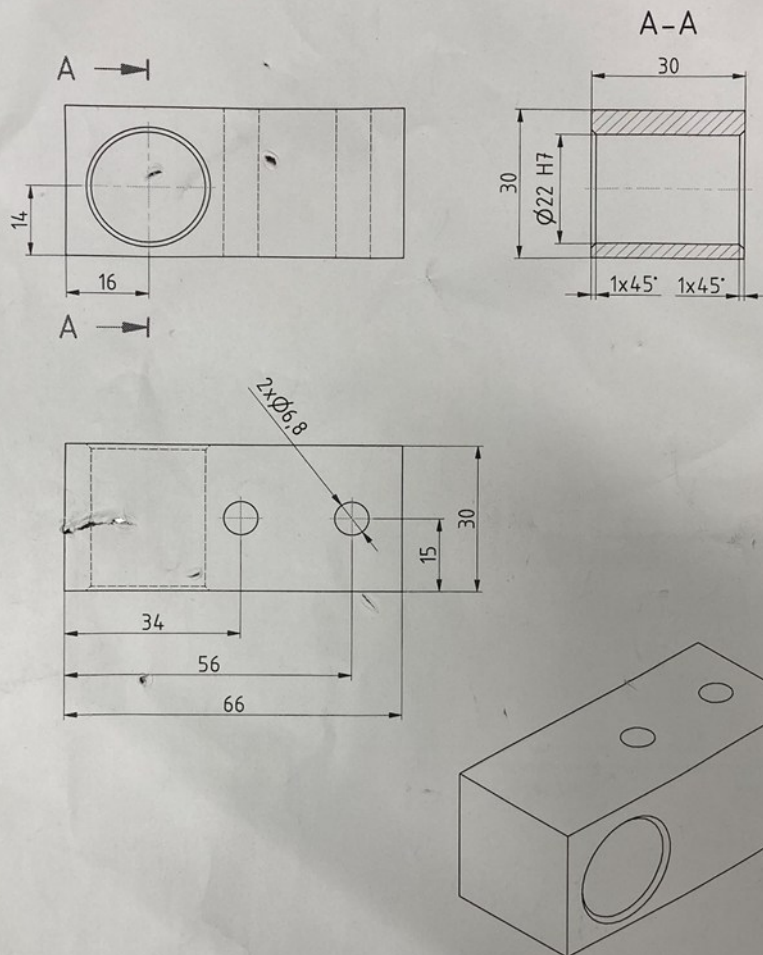
Pořadí 0030	Pracoviště: FRÉZOVÁNÍ	NC frézka	201	Výroba: Podpis, razítko	Přípravný čas 60,0
- frézovat sražení 3x45° (2x) - vrtat prům. 4,05mm				Kontrola: Podpis, razítko	Čas dávky 1 740,0
POZN.: POUŽÍT VRTÁK PRŮM. 4,05mm!!					Čas kusu 1,20
					V.sublokace 02-Obrobná

$\sqrt{Ra\ 12,5}$ (✓)

01	02578/06	změna polotovaru, laser	30.05.2023	
Rev.	Číslo změny	Popis změny	Datum	Schválil
		Uvolněno	ISO 2768 mK	ISO 8015
KRESLIL	JMÉNO	DATUM	PŘESNOST	TOLEROVÁNÍ
SCHVÁLIL		14.10.2020		
LISTŮ/LIST	FORMÁT	POLOTOVAR	PROJEKT	
1 / 1	A4	P 8-40x50		
MÉRITKO	MATERIÁL	ÚPRAVA POVRCHU	HMOTNOST	
1 : 1	S235JR+N		0,121 kg	
	ČÍSLO VÝKRESU	KLÍČ	REVIZE	
	X00030-601-02	120957		
NÁZEV				
PÁSNICE				01

PŘÍLOHA P XIII: PÁNT 2 DRŽIAK 1

Pořadí 0040	Pracoviště: OBRÁBĚNÍ	NC frézka	201	Výroba: Podpis, razítko	Přípravný čas 60,0
	- vrtat prům.6,8(2x) - vrtat a stružit prům.22H7			Kontrola: Podpis, razítko	Čas dávky 330,0
					Čas kusu 4,50
					V.sublokace 02-Obrobna

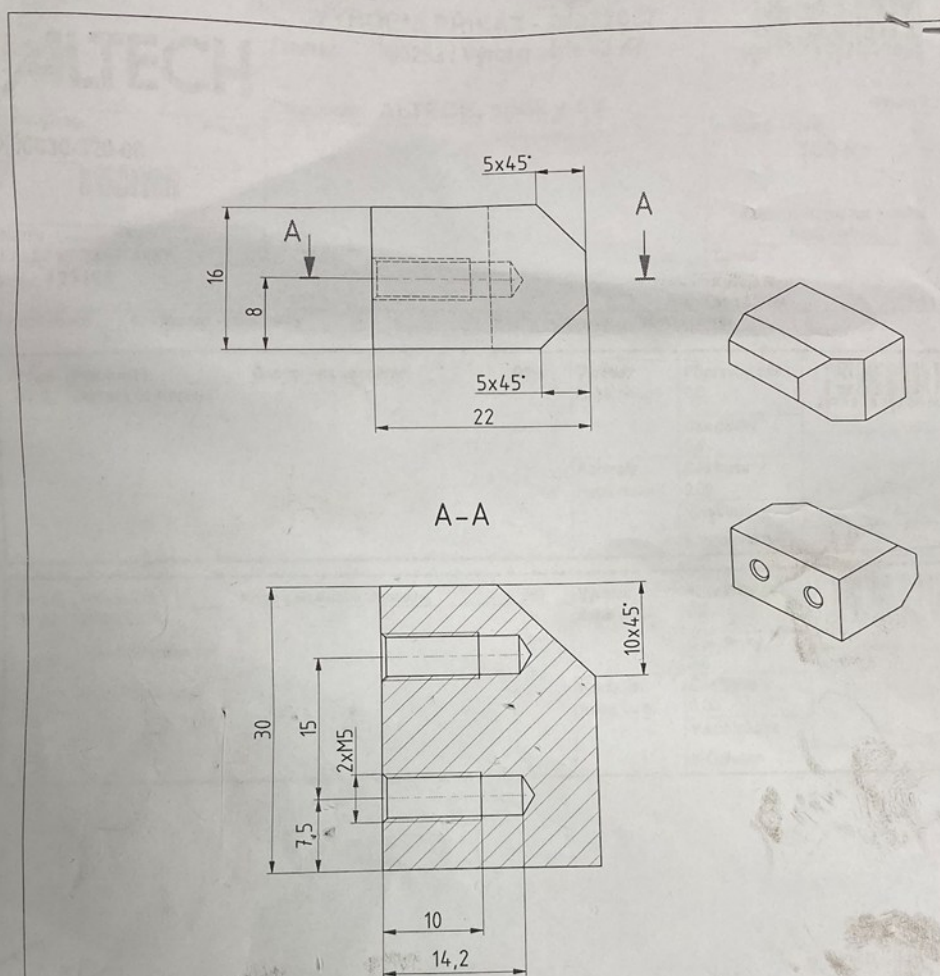


Polotovár:	4HR 30-66							Tolerování:	ISO 8015
Materiál:	S235JRG2	Hmotnost:	0,360 kg					Přesnost:	ISO 2768 mK
Úprava povrchu:								Promítání:	
Líst: 1	Lístů: 1	Projekt:							
Měřítko:	Formát:	Kreslil:	Datum:	Klíč:					
1 : 1	A4		30.3.2016	114.067	Index	Změna	Datum	Kreslil	
		Název:	PÁNT 2 DRŽIAK 1				Číslo výkresu:	GC24310-001-01	

ALTECH

PŘÍLOHA P XIV: PALEC MEZIZASTÁVKY

Pořadí 0030	Pracoviště: OBRÁBĚNÍ	NC frézka	201	Výroba: Podpis, razítko	Přípravný čas 60,0	
	- frézovat, vrtat a řezat závit dle programu a výkresu				Čas dávky 460,0	
	Pozn: TaC platí pro stálou náhradu mat. 30x20mm			Kontrola: Podpis, razítko	Čas kusu 4,00	
					V.sublokace 02-Obrobna	



Polotovár:	PLO 30x16-22	Hmotnost:	0,069 kg	Tolerování:	ISO 8015
Material:	S235JRG2	Úprava povrchu:	GALVANICKY ZINKOVAT	Přesnost:	ISO 2768 mK
List:	1	Listů:	1	Projekt:	
Měřítko:	2 : 1	Formát:	A4	Kreslil:	
		Datum:	20.6.2017	Klíč:	123196
		Index:		Změna:	
		Datum:		Kreslil:	
		Název:	PALEC MEZIZASTÁVKY	Číslo výkresu:	X00030-320-08