

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T004 Strojírenská technologie – technologie
obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studie výrobního systému pro hliníkové díly

Autor: **Bc. Martin KARKOŠ**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Vladimír DUCHEK, Ph.D.**

Akademický rok 2018/2019

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin KARKOŠ**
Osobní číslo: **S16N0045K**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**
Název tématu: **Studie výrobního systému pro hliníkové díly**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Představení společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o.
3. Analýza současného stavu výrobního systému
4. Návrh nového systému včetně kapacitních výpočtů
5. Technicko-ekonomické hodnocení
6. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **50 - 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- **Interní dokumenty firmy Zodiac Galleys Europe s.r.o.**
- **Přednášky z předmětu Projektování výrobních procesů**
- **Přednášky z předmětu Projektování manipulace s materiálem**
- **Přednášky z předmětu Teorie obrábění**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění
Konzultant diplomové práce: **Ing. Bindioa Ouali**
Zodiac Galleys Europe s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2019**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 18. října 2018

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Tato diplomová práce s názvem Studie výrobního systému pro hliníkové díly byla zpracována s použitím důvěrných informací a se souhlasem společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o.

Poděkování

Poděkování patří zejména vedoucímu diplomové práce panu Doc. Ing. Vladimíru Duchkovi, Ph.D. a konzultantovi z praxe Ing. Bindioa Ouali. Dále pak vedení a zaměstnancům společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o. za pomoc, rady a připomínky související s provozem společnosti a tvorbou samotné diplomové práce.

Bc. Martin Karkoš

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Karkoš	Jméno Martin		
STUDIJNÍ OBOR	N2301 „Strojírenská technologie – Technologie obrábění“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Jméno Vladimír		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ		Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Studie výrobního systému pro hliníkové díly			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	86	TEXTOVÁ ČÁST	66	GRAFICKÁ ČÁST	20
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce pojednává o obnově zastaralého strojního parku ve společnosti Zodiac Galley Europe, s.r.o. Pro návrh nových strojů bylo potřeba analyzovat současný stav výrobního systému, definovat typické výrobky a zpracovat časové studie. Následně je popsán výběr nových strojů a problematika jejich zprovoznění ve stávající dispozici. S ohledem na časovou úsporu při obrábění byla zhodnocena ekonomická návratnost investice. Cílem práce je zvýšit produkci hliníkových dílů, upravit stávající layout dle potřeb nových strojů a snížit objem nakupovaných dílů.</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>výrobní systém, strojní park, obrábění hliníkových dílů, prostorové uspořádání, výběr typického představitele, výrobní středisko, kapacitní výpočty, kalkulace výrobních nákladů</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Karkoš	Name Martin	
FIELD OF STUDY	N2301 “ Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Name Vladimír	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Study of production system for aluminum parts		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2019
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	86	TEXT PART	66	GRAPHICAL PART	20
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This diploma thesis deals with the renewal of the obsolete machinery at Zodiac Galley Europe, s.r.o. For proposal new machines, it was necessary to analyze the current state of the production system, define typical products and process time studies. In the next part of the work is described a selection of new machines and problematics of commissioning in the current disposition. Considering to time saving in machining will be evaluate the economic return this investment. The aim of the thesis is increase the production of aluminum parts, modify the existing layout with respect to new machines and reduce the volume of purchased parts.</p>
KEY WORDS	<p>production system, machinery park, machining of aluminum parts, spatial arrangement, selection a typical representative, production centre, calculation of capacitance, calculation of production cost</p>

Obsah

Seznam příloh.....	10
Seznam zkratk a symbolů	10
1. Úvod.....	11
2. Představení společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o.	12
3. Analýza současného stavu výrobního systému.....	16
3.1 Technologické uspořádání	16
3.2 Strojní park	18
3.3 Layout obrobny.....	21
3.4 Specifikace současných strojů	22
3.5 Technologická standardizace.....	24
3.5.1 Typová a skupinová technologie.....	25
3.5.2 Obnova strojního parku.....	26
3.6 Analýza výrobního programu	27
3.7 Výběr typického představitele	28
3.7.1 Typické prvky pro tříosé obrábění	29
3.7.2 Typické prvky pro pětiosé obrábění	30
3.8 Technologie výroby vybraných součástí	31
3.9 Technologie výroby dílu Door Frame	34
3.9.1 Technologický postup pro výrobu dílu Door Frame.....	34
3.9.2 Technologický postup výrobní operace 10 - CNC frézování.....	34
3.10 Technologie výroby dílu Sump	38
3.10.1 Technologický postup pro výrobu dílu Sump	38
3.10.2 Technologický postup výrobní operace 10 – CNC frézování	39
3.11 Soupis oprav pro současné frézky	42
3.12 Posouzení současných strojů	43
3.13 SWOT analýza.....	43
4. Návrh nového systému včetně kapacitních výpočtů.....	44
4.1 Návrh nových strojů	44
4.2 Časové studie.....	46
4.3 Spotřeba dílů.....	47
4.4 Kapacitní výpočty.....	53
4.4.1 Kapacitní výpočty pro díl Door Frame, použití stroje MCV 750 SPEED	55
4.4.2 Kapacitní výpočty pro díl Sump, použití stroje MCV 1 000 SPEED 5AX	56
4.5 Navržené dispoziční řešení obrobny.....	57

5.	Technicko-ekonomické hodnocení	59
5.1	Poměr nakupovaných a vyráběných dílů	59
5.2	Rozdíl cen dílů	59
5.2.1	Strojní hodinová sazba	60
5.2.2	Strojní hodinová sazba stroje MCV 750 SPEED	60
5.2.3	Strojní hodinová sazba stroje MCV 1 000 SPEED 5AX	61
5.3	Náklady při obrábění dílů	61
5.4	Roční úspora nákladů obrábění	62
5.5	Investice do strojního vybavení	62
5.6	Cena dílů	63
5.7	Návratnost investičních nákladů	63
6.	Závěr	65
	Seznam použité literatury a zdrojů	66
	Knižní publikace	66
	Publikace na internetu	66

Seznam příloh

Příloha č. 1:	Časová studie výroby na stroji MCV 750 SPEED
Příloha č. 2:	Časová studie výroby na stroji MCV 1000 SPEED 5AX
Příloha č. 3:	Cenová nabídka stroje MCV 750 SPEED
Příloha č. 4:	Cenová nabídka stroje MCV 1000 SPEED 5AX
Příloha č. 5:	Výkresová dokumentace dílu Door Frame 675952-33
Příloha č. 6:	Výkresová dokumentace dílu Sump 660401-5
Příloha č. 7:	Stávající dispozice obrobny – volná příloha
Příloha č. 8:	Nová dispozice obrobny – volná příloha
Příloha č. 9:	Celková dispozice kovodílny – volná příloha

Seznam zkratk a symbolů

CNC	Computer numerical control - Číslicově řízený počítačem
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
CAD	Computed aided design - Počítačem podporované navrhování
CAM	Computer aided manufacturing - Počítačem podporovaná výroba
ERP	Enterprise resource planning - Podnikový informační systém
LCD	Liquid crystal display - Displej z tekutých krystalů
THP	Technicko-hospodářský pracovník
VBD	Vyměnitelná břitová destička
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma

1. Úvod

Úkolem každé výrobní společnosti je vyrábět a dodávat své výrobky přímému nebo potenciálnímu zákazníkovi v požadovaném množství a požadované kvalitě. Aby bylo možné obstát v konkurenci ostatních společností, je důležité mít zmapované výrobní i nevýrobní procesy a snažit se je co nejvíce zjednodušit. Základ pro úspěšný výrobek je dán již v konstrukčním návrhu. Zde by měl konstruktér respektovat nejen pevnostní a rozměrové požadavky, ale také výrobní možnosti konkrétních strojů případně celého výrobního systému. Ve fázi konstruování je důležité uvažovat v souladu se zásadami technologičnosti konstrukce. Do této oblasti spadá více témat a přístupů ke zjednodušení výroby. Například využití standardizace je výhodné na tvarově podobných výrobcích. Po vytvoření podkladů pokračuje proces zlepšování i v průběhu samotné výroby. Po úspěšném zvládnutí výroby prvního ověřovacího kusu se otevírá možnost pro zlepšování výrobní efektivity. Při střednědobém plánování a výrobě různých tvarově podobných dílů se lze zlepšovat v mnoha ohledech. Jedním z nich může být nastavení skupinové a typové technologie, která zajistí stejný způsob výroby podobných dílů. S tím souvisí zjednodušení programování CNC strojů, standardizace při nákupu jednotlivých polotovarů, celkové zjednodušení výroby a možnost automatizace. Dalším krokem může být obnova zastaralého strojního parku. S ohledem na rychlý pokrok v oblasti počítačového hardwaru i softwaru zasahují tyto systémy stále více do procesu obrábění. Za použití moderních výkonných obráběcích strojů, spolu v kombinaci s optimálním softwarem, lze snadno dosáhnout zvýšení produktivity. Při zvýšení produktivity na jednotlivých strojích, je možné vyrábět více dílů za stejný výrobní čas oproti zastaralým technologiím. Výsledkem této změny je větší zisk společnosti a možnost dalšího růstu a zdokonalování.

Tato diplomová práce se zaměřuje na zmapování současné výroby hliníkových dílů ve společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o. Ze širokého spektra součástí byly vybrány podobné výrobky, na které byla nastavena skupinová výrobní technologie. Pro analyzování těchto dílů bylo potřeba posoudit podobnost jednotlivých dílů a to s ohledem na materiál, základní rozměry, specifické tvary a prvky. Ze skupiny podobných dílů byli vybráni typičtí představitelé, na které byl nastaven typový technologický postup. Ten se zaměřuje především na proces obrábění s využitím univerzálních strojů a náradí. V další části práce je posouzen aktuální stav výrobního systému. Rozbor se zaměřuje zejména na aktuálně používané CNC frézky značky Haas. Součástí rozboru je i zhodnocení kladů a záporů provozu 20 let starých strojů. S ohledem na stáří a parametry strojů je nastíněna problematika a kompromisy spojené s výrobou jednotlivých dílů.

V další části práce byly vybrány typické díly reprezentující stěžejní produkty společnosti. Bylo vyhodnoceno požadované množství těchto dílů a na základě rozměrových parametrů vybrány optimální CNC stroje. Na vybrané stroje byla sestavena předběžná cenová nabídka. S nákupem nových strojů souvisí i změna a úprava prostorového uspořádání výrobního úseku zabývajícího se frézováním hliníkových dílů.

Závěrem této diplomové práce je ekonomické zhodnocení výroby s ohledem na návratnost navržené investice. V důsledku zefektivnění výroby a uvolnění výrobních kapacit lze přehodnotit poměr vyráběných a nakupovaných položek a změnit tak výrobní i nákupní strategii společnosti. Na základě závěrů uvedených v této práci by měla být do budoucna zvýšena produktivita a kvalita výroby hliníkových dílů.

2. Představení společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o.

Výrobní společnost Zodiac Galleys Europe s.r.o. sídlí v Plzni v průmyslové části Borská pole. Společnost je součástí mezinárodní společnosti Zodiac Aerospace, která má 99 různých poboček po celém světě. Mezi tyto pobočky patří například zastoupení v Holandsku, v Thajsku, v Tunisu a také v USA. Zodiac Aerospace je světovou jedničkou ve výrobě leteckého vybavení a interiérů pro komerční, regionální a obchodní letadla. Na základě svých pozitivních ekonomických výsledků se divize Zodiac stala počátkem roku 2019 součástí společnosti Safran a rozšířila tak portfolio svých výrobků. [15]

Mezi nejvýznamnější zákazníky patří společnost Airbus, pro kterou je firma výhradním dodavatelem leteckých kuchyněk a odpočinkových místností. Současně Zodiac Aerospace zajišťuje poprodejní servis svých výrobků různým leteckým společnostem, jako jsou ČSA, KLM, Air France, Swiss nebo Lufthansa. [10]



Obrázek 1. Logo společnosti [14]

Stěžejním produktem společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o. jsou letecké kuchyně. Tyto kuchyně jsou vyráběny a dodávány jako ucelená součást, která je připravena na instalaci přímo do letadla, bez nutnosti dalších úprav či složité montáže. Proto kuchyňky vznikají v modulární formě. Předem jsou dány vnější rozměry, které jsou určeny tvarem a velikostí letadla, kam budou následně umístěny. Jednotlivé díly a menší podsestavy proto podléhají vnějším rozměrům kuchyňky. Díky tomu musí konstruktér upravit a navrhnout vhodnost umístění jednotlivých komponentů a současně zajistit jejich bezproblémovou funkčnost. Pro zákazníka je jistě výhodou, že si svoji kuchyňku může nakonfigurovat dle svých specifických požadavků. Podmínkou je, aby vždy mohly být zachovány určité principy a posloupnost jednotlivých kroků výroby.

Během výroby jednotlivých dílů musí být splněny ty nejpřísnější bezpečnostní opatření, které jsou spojeny s leteckým průmyslem. Jedná se především o certifikáty splňující požadavky přímo společnosti Airbus. Díly musí být odolné vůči teplotním změnám, korozi, změnám tlaku a dalším specifickým požadavkům, které jsou spojeny s provozem letadla. Součástí společnosti je oddělení vývoje, kde vznikají nové prototypy. Po návrhu tvaru a rozměrů součásti následuje ověření designu u společnosti Airbus. Poté probíhá výroba prvního kusu, při které dochází k odstranění případných nedostatků související s výrobou, případně finální montáží. Po vyrobení prvního kusu následují mechanické testy materiálu a testy celkové funkčnosti nového dílu. Pokud jsou všechny požadavky splněny, výrobek může být začleněn do katalogu standardních dílů a může být opakovaně vyráběn a instalován do letadel.



Obrázek 2. Finální produkt – letecká kuchyně [15]

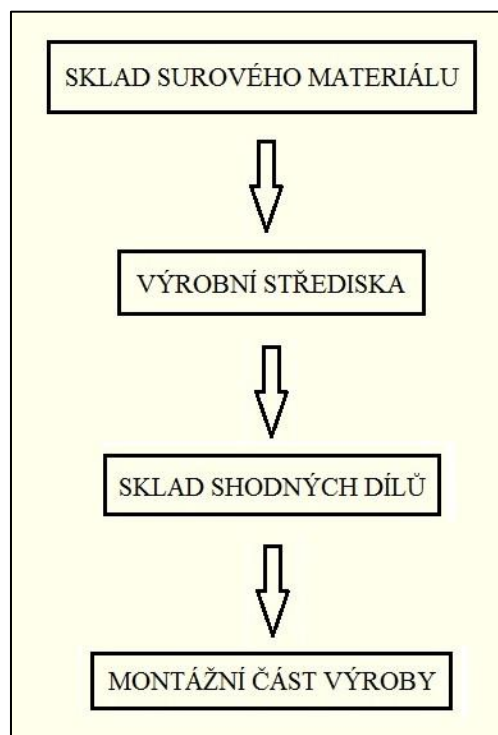
Pro letecký průmysl je důležité, aby jednotlivé komponenty byly co nejlehčí a zbytečně nezatěžovaly letadlo. Vysoká váha by mohla negativně ovlivnit letové vlastnosti a způsobit větší spotřebu paliva. Proto jsou kuchyně vyráběny ze speciálních materiálů, které zajišťují nízkou hmotnost a to při dodržení důležitých pevnostních parametrů. Kuchyně je tvořena panely z materiálu vizuálně podobnému dřevotřískové voštině. Aby jednotlivé panely držely pohromadě, jsou slepeny speciálním vícesložkovým lepidlem. Pro práci s lepidlem jsou nastavena určitá pravidla související s bezpečností práce a dodržováním technologických zásad. Pouze správně aplikované lepidlo zajistí pevné a trvanlivé spojení součástí. Pro zajištění pevnosti celé struktury jsou v místech napojení jednotlivých panelů umístěny hliníkové součásti. Tyto díly se instalují přímo do panelu a jsou zajištěny lepidlem nebo pomocí nýtů a šroubů. Další hliníkové díly jsou použity v místech, kde dochází ke kontaktu a spojení součástí. Dále pak a na všech ovládacích prvcích kuchyně, na prvcích sloužících k instalaci kuchyně do letadla a pohyblivých částech. S ohledem na ochranu povrchu musí být všechny hliníkové součásti opatřeny vrstvou eloxu. Úprava dílů eloxováním vychází z principu elektrolýzy, kdy za průchodu stejnosměrného elektrického proudu kapalinou dochází k chemickým změnám na povrchu součástí. Výsledkem je lesklý povrch se zvýšenou povrchovou tvrdostí a odolností proti korozi a otěru.

Doménou společnosti je montáž jednotlivých komponentů do menších podsestav a následná montáž do finálního výrobku. Zajištění jednotlivých dílů pro sériovou výrobu má na starost oddělení nákupu. Nákup za pomoci svých dodavatelů zajišťuje požadované množství dílů pro dané období dle požadavků zákazníků a plánování výrobních objednávek. Výroba nové součásti je zajištěna přímo v prostorech společnosti, kde je ověřena vyrobitelnost a jsou umožněny dodatečné úpravy designu. To vyžaduje základní strojní vybavení, které bude schopné, přizpůsobit se různým typům výrobků. Proto musí být výroba hodně pružná s využitím zkušeností a dovedností jednotlivých pracovníků. Využití různého stupně automatizace, případně nasazení robotů, by nebylo výhodné.

Plocha výrobní haly je rozdělena do několika menších úseků. Každý z těchto úseků má svoje specifické pracoviště, stroje a způsob práce. Největší plochu výrobní části závodu

zabírají montážní pracoviště. Ty se liší dle složitosti výrobků, které zde vznikají. V oddělení montáže menších sestav jsou umístěny klasické montážní stoly. Jedná se o pracoviště, kde je samostatný pracovník a v řádech několika desítek minut je schopen vytvořit dílčí produkt. Tím jsou menší sestavy, které budou následně instalovány na základní strukturu kuchyňky. Další pracoviště jsou uzpůsobeny pro montáž celé kuchyně. Zde pracují skupiny pracovníků na společném úkolu a práce trvá řádově od několika hodin do několika dnů. Jedná se o montáž menších sestav přímo do kuchyňky, instalaci příslušenství či utěšňování spár tmelem a silikonem.

Aby bylo možné zajistit dostatečné množství jednotlivých dílů v požadovaném čase na konkrétním pracovišti, je potřeba mít propracovaný systém skladového hospodářství. Proto tvoří velkou část plochy závodu sklad shodných dílů. Odtud jsou díly distribuovány na pojízdných vozících po celé výrobní hale. Nejdůležitější součástí výrobní plochy je pracoviště lisování a frézování panelů. Zde dochází k úpravě speciálního materiálu do požadovaných tvarů, které tvoří základní strukturu každé kuchyně. Nejprve je potřeba surový materiál lisovat, aby bylo docíleno požadované tuhosti. Během lisování je do základního materiálu přidáváno lepidlo a další přídatný materiál. Výsledný panel se skládá z tenké, ale velmi tvrdé desky. Ta je vyplněna měkkým, lehkým a tvárným materiálem. Požadovaný tvar jednotlivých panelů vzniká z desky o rozměrech 3x3 metru. Deska je frézována na speciálním CNC stroji, který svoji konstrukcí může připomínat například laser. Po vyfrézování jednotlivých panelů následuje proces čištění. Pro následnou montáž je důležité, aby panely byly vytvořeny přesně dle výkresu a očištěny od přebytečného materiálu. Je nežádoucí, aby při operacích souvisejících s montáží docházelo k jiným činnostem, než je samotná montáž. Jedná se zejména o úpravu dílů či opravu drobných poškození.



Obrázek 3. Tok materiálu

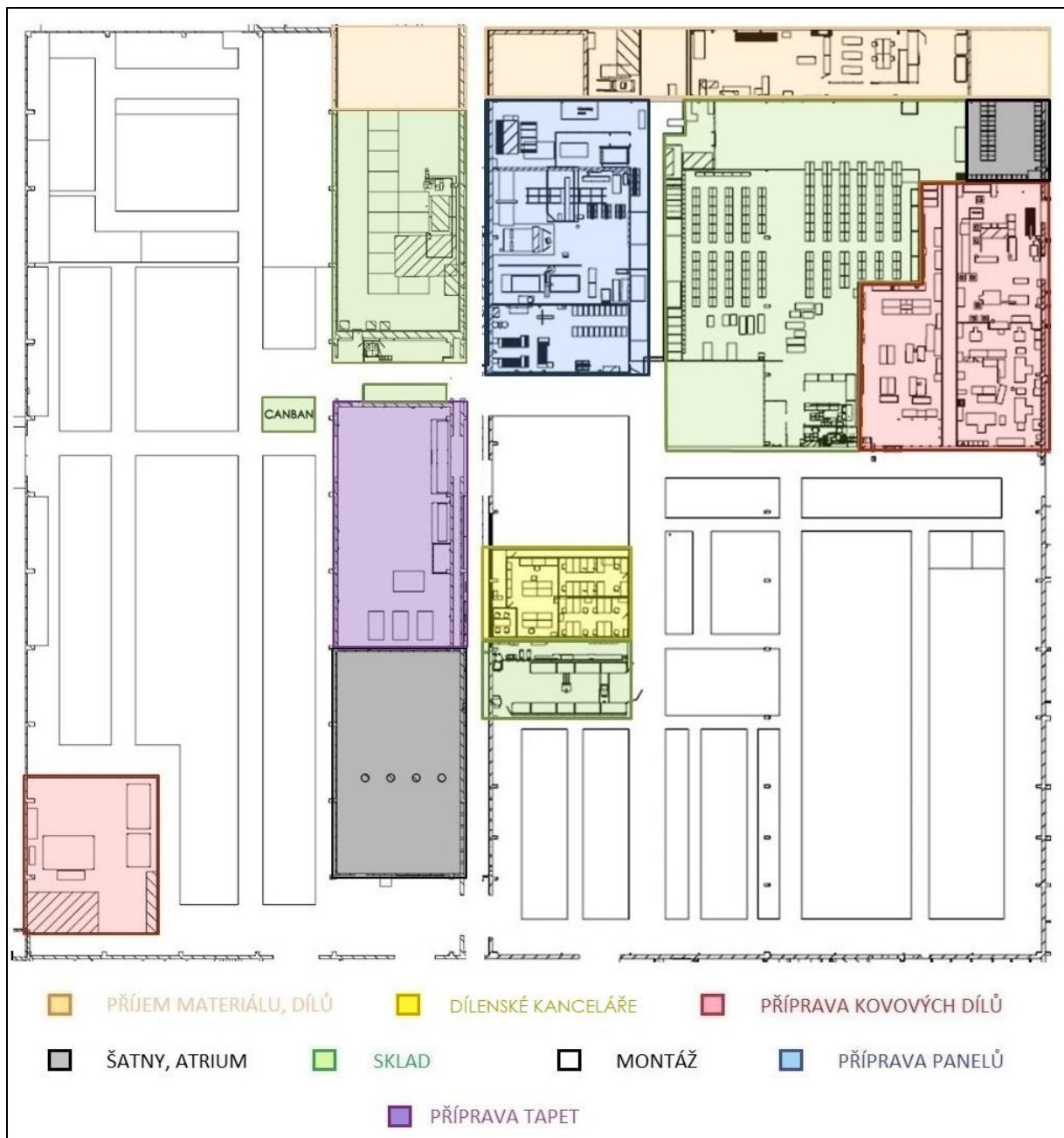
Dalším samostatným oddělením je průběžná kontrola. Jedná se o pohyblivé pracoviště, kde se pracovníci pohybují po celé výrobní ploše, dle aktuálního umístění kontrolovaného objektu. S ohledem na velikost a hmotnost kuchyně je jednodušší přesunout celou skupinu pracovníků, včetně potřebného vybavení, než pohybovat finálním produktem. Všechny díly by se do výrobního procesu měly dostávat v bezvadné kvalitě a v souladu

s výrobní dokumentací. Proto jsou všechny díly pečlivě vizuálně kontrolovány jednotlivými pracovníky. Jako poslední pracoviště, kam putuje kuchyňka před zabalením a odesláním zákazníkovi, je testovací místnost. Zde jsou fyzicky odzkoušena veškerá zařízení a je provedena finální vizuální kontrola. Pro zajištění směrodatného měření a kontroly, je zde specifické prostředí s ohledem na vlhkost, teplotu a tlak, které by nemělo být ovlivněno vnějšími vlivy. Pro určení vizuálních vad jsou dány určité světelné podmínky. Pro objektivnější posouzení kvality povrchu je většina vad zanesena v katalogu vad. Zde je definováno, jaký počet a velikost defektů je přijatelný a jaký je již nevyhovující. Proškolení kontrolaři zde pracují v čistých nevodivých rukavicích z důvodu zajištění inertního prostředí.

Pro zajištění bezproblémového fungování výrobních úseků je důležitá podpora THP. Mezi tyto pracovníky patří procesní technologové zajišťující zlepšování stávajících procesů. Jedná se o tvorbu přípravků, pracovních návodů, instrukcí a dalších věcí, které mohou zjednodušit montáž a ušetřit tak výrobní čas. Tito pracovníci se nacházejí v dílenských kancelářích a často zasahují přímo do výrobního procesu. Pro pochopení výrobních problémů je nutná spolupráce jak s výrobními mistry, tak jednotlivými pracovníky. Další technologové zajišťují tvorbu výrobních kusovníků, generování výrobních objednávek a nahrávání dat do ERP systému. Nejdůležitějším nevýrobním oddělením je oddělení konstrukce. Zde vznikají veškeré podklady pro výrobu. Jedná se o tvorbu modelů součástí, následné generování a úprava výkresů a také tvorbu DXF souborů potřebných pro práci CNC strojů. Oddělení konstrukce má na starost vývoj nových produktů i aktualizaci stávající dokumentace. Pro zajištění všech dílů v požadovaném čase a kvalitě je důležitá práce nákupního oddělení. To má na starost komunikaci a poptávku požadovaných dílů u dodavatelských společností. S ohledem na bezpečnostní certifikáty leteckého průmyslu musí každý nový výrobce splňovat mnoho podmínek, než dostane možnost začlenit se do skupiny stálých dodavatelů. Další činností nákupního oddělení je koordinace jednotlivých dodavatelů zejména s ohledem na povrchové úpravy. Mezi povrchové úpravy prováděné v leteckém průmyslu patří eloxování a lakování. Každá z těchto činností má svoje technologická specifika, která je nutno dodržet a je v režii dodavatelských společností. S ohledem na technologickou složitost povrchových úprav a možnost velkého chemického zatížení prostředí není možné v souladu se zákony a vyhláškami města umístit tyto pracoviště v areálu společností Zodiac Galleys Europe.

S ohledem na údržbu stávajících produktů a péči o zákazníky je součástí společnosti oddělení zákaznické podpory. To je členěno a řízeno dle jednotlivých leteckých společností. Zde dochází ke zpracování poprodejního servisu kuchyňek a vyřizování specifických požadavků jednotlivých aerolinek. Součástí tohoto týmu jsou výrobní plánovači, konstruktéři i ekonomové specializující se na konkrétního zákazníka. Potřeby a požadavky tohoto oddělení jsou vždy nadřazeny standardní výrobě.

Pro potřeby této diplomové práce je důležité celkové rozložení výrobní plochy. Pro vyjádření poměru jednotlivých činností je rozhodující umístění pracovišť a velikostní poměr všech výrobních úseků. V následujícím obrázku je zobrazen layout dvou průchozích hal. Výrobní haly vznikaly postupně v závislosti na zvyšování poptávky dílů a rozšiřování celého závodu. Z layoutu je zřejmé, že největší plochu zauímají montážní pracoviště. Aby byla umožněna plynulá montáž jednotlivých dílů, je nutné mít propracované skladové hospodářství. Výhodou je použití kanbanových regálů, kde jsou uskladněny často používané součásti. Jedná se zejména o spojovací materiál. Je nežádoucí, aby v průběhu montáže docházelo k výrobě jakýchkoliv dílů. Proto je součástí výrobní plochy úsek přípravy kovových dílů, přípravná panelů, tapetárna a oddělení příjmu materiálu od externích dodavatelů. Tok materiálu je řízen z jednotlivých přípravných úseků přes oddělení průběžné kontroly až na sklad shodných dílů. Odtud na základě výrobních plánů putují díly na montážní pracoviště.



Obrázek 4. Layout výrobní plochy

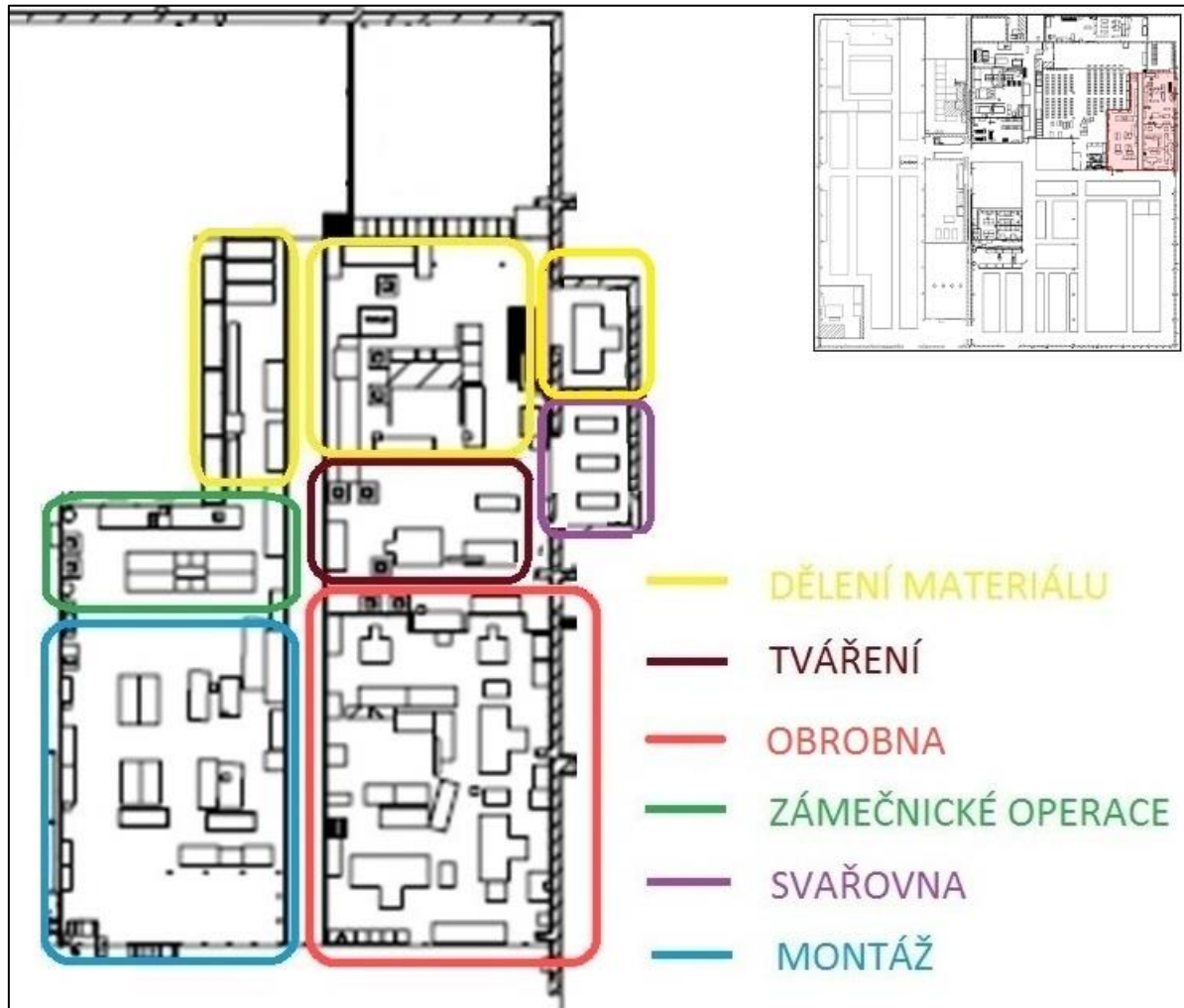
3. Analýza současného stavu výrobního systému

3.1 Technologické uspořádání

Tato diplomová práce se zaměřuje na oddělení přípravy kovových dílů s interním názvem Metal Shop. Plocha Metal Shopu svojí rozlohou zaujímá cca 15% celkové výrobní plochy závodu. S ohledem na malé výrobní série a velkou rozmanitost sortimentu jsou pracoviště rozložena do technologického uspořádání. To se vyznačuje umístěním strojů podle jejich technologické příbuznosti. Proto lze celkovou plochu rozdělit na pracoviště dělení materiálu, pracoviště tváření, obrobnu, zámečnické operace, montáž drobných sestav a svařovnu.

Aktuální dipozice kovodílny se nachází v příloze této diplomové práce.

Na příslušném výrobním středisku se vždy nacházejí stroje s podobnou technologií. V úseku dělení materiálu proto najdeme kotoučovou a pásovou pilu, strojní nůžky na plech a vysekávací stroj. V obrobně se nachází dvě konvenční frézky a tři CNC frézky. V úseku zámečnických operací a montáže jsou umístěny pracovní stoly, kdy pracovníci mohou přecházet mezi jednotlivými pracovišti. Velkou výhodou tohoto uspořádání je univerzálnost. Vyžaduje však vyšší kvalifikaci pracovníků, univerzální nástrojové vybavení a nutnost centrálního mezikladu.



Obrázek 5. Layout přípravy kovových dílů

Největší výhodou tohoto uspořádání je snadná změna výrobního programu, která nenaruší chod okolní výroby. Vyžaduje však nutnost důsledného řízení výroby. To znamená vyšší požadavky na výrobní mistry, kteří rozdělují práci a nutnost použití výrobních objednávek. Jedná se o dokumenty, které určují sled jednotlivých operací. Po dokončení první operace díl putuje výrobou na následné výrobní středisko. Za použití výpočetní techniky probíhá registrace práce a díky tomu je možné sledovat, kde se konkrétní výrobek nachází. Bez evidence předchozí operace není možné pokračovat v práci. Toto řízení výroby vyžaduje výrobní plánovače, kteří určují priority výroby a současně připravují dokumentaci potřebnou pro chod systému. [3]

Výhodou technologického uspořádání je lepší využití strojů, možnost zavedení vícestrojové obsluhy, snadnější údržba bez nutnosti přerušování výroby a snadná nahraditelnost jednotlivých strojů. Nevýhodou je přerušovaný tok materiálu, menší přehled o výrobě, větší vzdálenosti mezi jednotlivými výrobními stanovišti a vysoká rozpracovanost výroby. Další

nevýhodou je individuální posuzování jakosti, delší doba mezi výrobními operacemi, vysoké nároky na skladování materiálu i centrální mezisklad a spotřebu oběžných prostředků. [3]

3.2 Strojní park

Součástí strojního parku kovodílny jsou stroje na základní dělení materiálu. Ty se rozdělují podle zpracovávaného polotovaru. Na řezání kovových profilů je k dispozici kotoučová pila. Pro řezání tyčí rotačního nebo nerotačního průřezu slouží pásová pila. Pro dělení plechů jsou využívány strojní tabulové nůžky. Ty jsou schopny stříhat jednoduché tvary z plechu o maximální tloušťce 5 mm. Jedná se o jednoduché stroje vyžadující minimální údržbu a ruční obsluhu pracovníkem.

Složitějším zařízením je vysekávací stroj Euromac. Jedná se o stroj s CNC řízením. Na základě DXF souborů jednotlivých vyráběných dílů vzniká střížný plán. Střížný plán obsahuje dvojrozměrné náhledy jednotlivých dílů umístěných na konkrétním plechu. Za použití různých tvarových razníků vzniká dle zdrojových dat libovolný výstřižek. Jediným omezením je maximální tloušťka plechu. Další podmínkou přesné výroby je správné naostření razníků, optimální vůle mezi razníkem a matricí a použití dostatečně tvrdého polotovaru. Po vysekání požadovaných tvarů musí vždy následovat zámečnické operace na odstranění ořepů.



Obrázek 6. Vysekávací stroj Euromac [17]

Po výrobních operacích řezání a stříhání obvykle následují zámečnické operace. Pro zámečnické operace, mezi které patří zejména vrtání děr, zahloubení či řezání závitů jsou využívány stojanové vrtačky. Dále pak kotoučové brusky či ruční nářadí sloužící pro ohraňování obrobků či úpravu vysekávaných dílů. Další typickou činností pro pracoviště zámečníků jsou vizuální úpravy povrchu. Za použití brusného a leštícího kotouče je možné vyleštit povrch součástí a vytvořit tak zrcadlovou plochu.

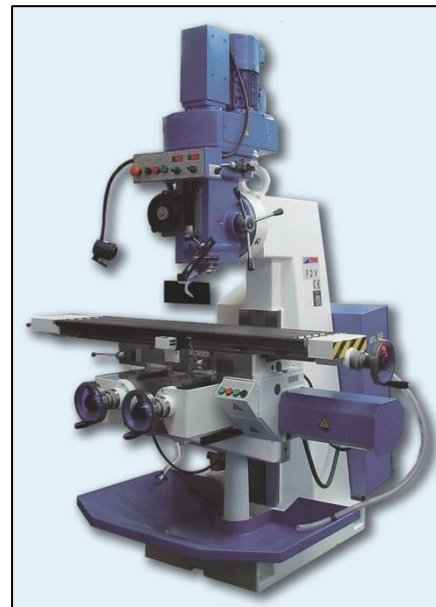
Pro ohýbání a tvarování nastříhaných plechů má společnost k dispozici dva ohraňovací lis. Za použití souvislého tlaku dochází ke tvarování plechů do požadovaných tvarů. Spodní část tvářecí plochy je pevně upnuta do rámu stroje. V horní části tvářecí plochy je vyfrézována drážka sloužící k upevnění ohýbacích lišt. Ohýbací lišty se liší svojí výškou případně zaoblením tvářecí hrany. Díky tomu je možné ohnout i tvarově složité prvky. S využitím jednoduchého programu lze zvolit funkci krokování a vytvořit tak na plechu i nenormalizované poloměry ohybů.

Pro výrobu svařenců jsou k dispozici tři svařovací jednotky značky Kemppi. S ohledem na omezení daná svařováním hliníku, zde probíhá svařování v ochranných atmosférách. Dále je součástí svařovny strojní bodovačka. Na ní vznikají odporové bodové svary. Součástí svařovacích operací je i začištění případně přebroušení svarů. Pro kontrolu bezvadného provedení svarových spojů jsou prováděny kapilární zkoušky. Po svařování nerezových součástí je předepsána povrchová úprava svarů. Jedná se o proces pasivace, která probíhá u externí společnosti zajišťující výrobní kooperaci.

Součástí strojního parku jsou také dvě konvenční frézky a tři tříosé CNC frézky. Původní konvenční frézky byly nahrazeny modernějšími v uplynulých dvou letech. Aktuálně jsou pro frézování jednoduchých tvarů používány konzolové frézky od výrobce TOS Olomouc. Jedná se o menší frézky s označením F2V a FNK2. Celkové rozměry strojů jsou 1 820 x 1 460 mm. Rozsah posuvů je předsunut oproti zastavěné ploše stroje o 400 mm na obě strany. Pro snadnější frézování šikmých ploch je možné natočit rameno s vřeteníkem kolem svislé osy. Konvenční frézky jsou využívány zejména pro frézování jednoduchých tvarů a při kusové výrobě. Při výrobě většího počtu kusů jsou využívány CNC frézky.



Obrázek 7. Frézka TOS FNK2 [18]



Obrázek 8. Frézka TOS F2V [18]

Pro výrobu samostatných dílů je strojní vybavení dostačující, nicméně nejslabším článkem celého systému jsou CNC frézky. Proto bude v rámci této diplomové práce omezen další rozbor strojního parku pouze na CNC frézky. Jedná se o frézky Haas s označení VF0, VF2 a VF4. Označení jednotlivých strojů je dáno modelovou řadou výrobce. Jednotlivé modelové řady se liší různými parametry a příslušenstvím. Nejdůležitějšími parametry je počet otáček vřetene, rozsah posuvů a výkon motoru. Stroje byly vyrobeny a zakoupeny v letech 1994, 1996 a 1998. Za dobu jejich provozu u nich docházelo pouze k základní údržbě. Pro kontrolu provedení pravidelné údržby jsou u strojů k dispozici kontrolní formuláře, ve kterých jsou zaznamenány jednotlivé činnosti. Do každodenní údržby patří kontrola a případné doplnění oleje a chladicí kapaliny. Dále vyčištění lože od třísek a kontrola základních ovládacích prvků. V rámci týdenní údržby je kontrolován manometr regulátoru tlaku vzduchu a vyčištěno sítko na filtrování chladicí kapaliny. Měsíčně dochází ke kontrole všech krytů stroje a vyčištění zásobníku nástrojů. Navzdory pravidelné údržbě je vybavení strojů ve špatném stavu. Ovládací prvky jsou mechanicky opotřebované a výkon motoru začíná být limitující pro obrábění součástí. Stroje začínají být nespolehlivé a se zvyšující se pravidelností dochází až k několikátýdenním nuceným odstávkám z důvodu poruch. Opravy a

celková zákaznická podpora je velmi časově i finančně nákladná z důvodu stáří vybavení, nedostatku odborníků i náhradních dílů.

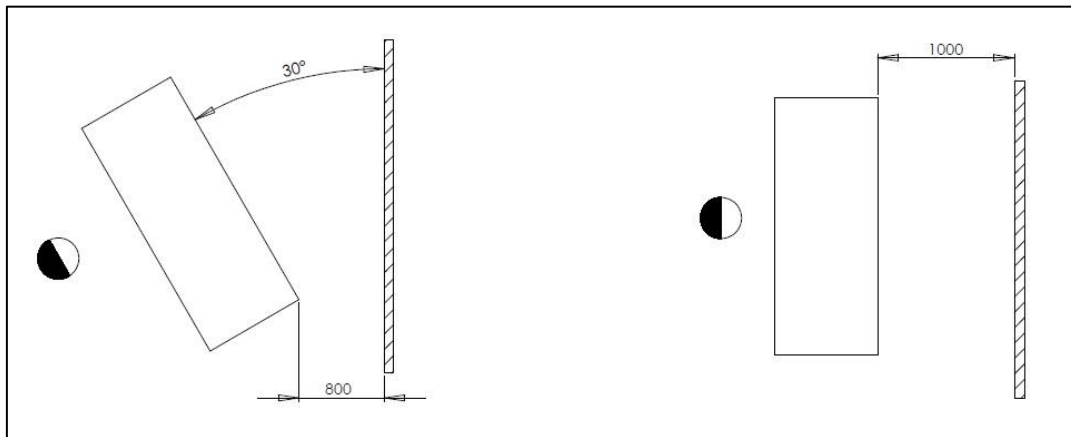
Dalším faktorem ovlivňujícím výsledný produkt je způsob provozu strojů. S ohledem na malý výkon motoru a zastaralý software musí být upraveny CNC programy tak, aby stávající stroje zvládly samotný proces obrábění. Často je výsledná kvalita frézovaných produktů v rozporu s nastavenými standardy s ohledem na dodržení rozměrů a drsnosti povrchu. Proto jsou některé problematické výrobky zasílány do externích společností. Stávající stroje již nevykazují výkonové parametry dané technickou specifikací.

Z pohledu operátorů je důležitý komfort při práci na strojích. Za ten lze považovat ergonomické uspořádání ovládacích prvků a prvky pro zajištění bezpečnosti při práci. Jedná se o umístění tlačítka na nouzové zastavení vřetene, případně absence koncových spínačů na posuvných dveřích stroje. Za posledních 20 let došlo v těchto oblastech k výraznému posunu. S procesem obrábění souvisí i příprava stroje, tvorba NC programů a využívání příslušenství stroje. V oblasti nástrojů, přípravků a využívání CAD a CAM softwaru mají stávající stroje největší nedostatky ve srovnání s aktuální nabídkou. Součástí dnešních moderních strojů jsou dotykové zobrazovací panely, ergonomicky uzpůsobené ovládací prvky, vzdálené sledování činnosti stroje, klimatizace pro řídicí jednotku stroje a množství různých senzorů zajišťující bezproblémový chod. Většinu těchto moderních vymožeností stávající stroje nemají. Současné stroje také postrádají základní prvky zajišťující bezpečnost a zdraví při práci pro obsluhu. Mnohé z nich by však bylo možné dodatečně nainstalovat. Nicméně případná montáž a zprovoznění všech doplňků by bylo finančně velmi nákladné. Tato investice by se s ohledem na stáří strojů, jejich nevýhody, možnost dalších provozních problémů a poruch zřejmě nevyplatila.

Provoz CNC strojů vyžaduje nejen pravidelnou údržbu, ale také určité stavební úpravy budov. V případě provozu strojů je nutné zajistit nejen dostatečně velký prostor pro samotný stroj, ale i volnou plochu v jeho bezprostředním okolí. Součástí stroje bývá dopravník třísek a řada dalšího příslušenství. Tyto věci je potřeba mít evidované a přístupné obsluze stroje. S tím souvisí i skladování spotřebního materiálu. Způsob skladování je důležitý pro řezné nástroje, přípravky, upínky i nádobu na třísky a kovový odpad. Většinu těchto věcí je nutné mít v těsné blízkosti stroje. Samotný provoz stroje vyžaduje připojení na elektrickou energii, rozvod tlakového vzduchu a přívod vody. Proto bývá u stropu výrobní haly rozveden zdroj tlakového vzduchu. Ten je používán na očištění součástí, ale také jako pohon drobných ručních zařízení. Na tento systém jsou napojeny i vzduchové pistole, které jsou jako příslušenství k obráběcím strojům. Vzduch je vháněn do systému potrubí za použití kompresorové stanice. Kompresor a další příslušenství se z důvodu bezpečnosti provozu nachází vně budovy. Pro provoz CNC strojů je také důležitý přívod vody pro chlazení a provoz stroje. Ten je v současné době řešen napojením z vodovodu. Tvorba chladicí emulze vzniká v sudech, které jsou opatřeny směšovačem. Podle předem stanoveného poměru vody a oleje vzniká potřebná emulze. Emulze se do strojů dostává za pomoci hadice či kanystrů. Ve stroji by vždy měla být dostatečná zásoba emulze, a proto mají vlastní nádrže s objemem 100 litrů. S ohledem na hmotnost stroje a veškerého vybavení souvisejícího s jeho provozem, je nutné zajistit bezpečné ustavení stroje a prověřit nosnost podlahy. Současně je důležité, aby se kmity vznikající při obrábění nepřenášely na další stroje. Proto bývá ve většině strojních podniků volena betonová podlaha. Výhodou je její pevnost, tuhost, schopnost tlumit kmity a současně jednoduchá dostupnost a údržba.

3.3 Layout obrobny

Současný layout obrobny vznikl postupně s ohledem na aktuální výrobní požadavky. V době zakoupení a instalace strojů byl menší objem vyráběných dílů a menší pohyb materiálu. Proto bylo navrženo vytočení CNC frézek o 30 stupňů oproti zděným příčkám. Výhodou tohoto rozložení byla lepší manipulace s materiálem a větší prostor v okolí strojů. Nevýhodou byl větší zastavěný prostor. Kvůli nárůstu objemu výroby vznikl požadavek na úsporu výrobní plochy. Proto byl layout upraven a stroje jsou ustaveny rovnoběžně se zděnou příčkou. Vždy však musí být dodrženy minimální rozměry strojů od příček a nosných sloupů.

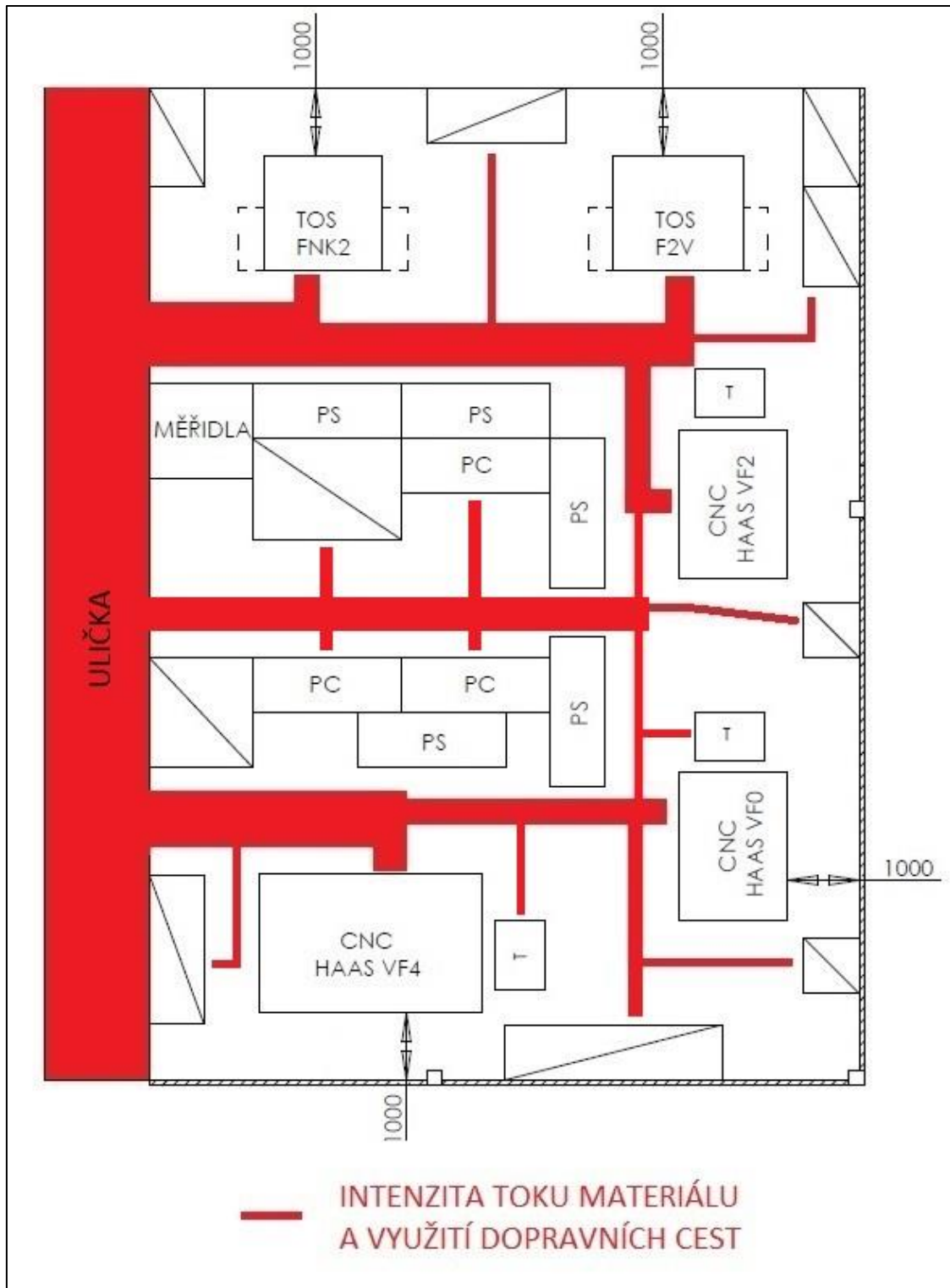


Obrázek 9. Natočení strojů

K dalším úpravám layoutu došlo při obměně konvenčních frézek. Bylo nutné vyčlenit dostatečný prostor pro ustavení i následnou obsluhu strojů. Nové frézky zaujímají větší výrobní plochu než původní stroje. To vyžadovalo posunutí pracoviště programátora CNC strojů.

S ohledem na postupné rozšiřování výrobního programu a nárůstu objemu výroby bylo potřeba větší množství nástrojů, přípravků a upínacího zařízení. V důsledku toho docházelo k navyšování počtu úložných a skladovacích ploch. Ke každému stroji patří regál s rozpracovanou výrobou, místo pro hotové výrobky, skříň s nástroji a měřidly, pracovní stůl a nádoba na uložení kovového odpadu. Výsledkem navyšování počtu potřebných věcí při zachování rozložení strojů je aktuální dispozice obrobny. Ta je nevyhovující, chaotická a nepřehledná. Aktuální layout obrobny včetně základních rozměrů a označení přívodů energií se nachází v příloze této práce.

Pro lepší posouzení aktuální dispozice je použit Sankeyův diagram. Ten zobrazuje využití dopravních a manipulačních cest na základě toku materiálu. Materiálový tok je tvořen pohybem surového materiálu, rozpracovanými výrobky, hotovými výrobky, odpadem, obaly a spotřebním materiálem. Čím větší objem materiálu je dopravován, tím širší je šipka zobrazující pohyb. Z následujícího obrázku je zřejmé, že prostor obrobny je nevhodně využíván. Denně dochází ke křížení dopravních a manipulačních cest a vzniku potenciálně nebezpečných situací. Pro zajištění provozu strojů a toku materiálu na omezené ploše dochází k narušování osobního prostoru operátorů. Na obrázku je znázorněn materiálový tok a dopravní uzel při zavážení polotovárů, uložení hotových výrobků a vyvážení kovového odpadu vznikajícího v průběhu obrábění.



Obrázek 10. Tok materiálu v obrobně

3.4 Specifikace současných strojů

V současné době probíhá frézování ve společnosti Zodiac Galleys Europe na třech tříosých CNC frézkách od společnosti Haas. Níže se nachází základní technické specifikace těchto strojů.



Obrázek 11. CNC frézka Haas VF0

Haas VF0	
Rok výroby	1998
Maximální otáčky vřetene [ot/min]	7 500
Pojezd v osách x/y/z [mm]	514/412/508
Výkon motoru [kW]	15
Velikost [mm]	2 300/2 360/2 720
Hmotnost [kg]	3 270

Tabulka 1. Parametry stroje Haas VF0 [10]



Obrázek 12. CNC frézka Haas VF2

Haas VF2	
Rok výroby	1994
Maximální otáčky vřetene [ot/min]	7 500
Pojezd v osách x/y/z [mm]	762/406/508
Výkon motoru [kW]	11,2
Velikost [mm]	2 235/2 350/2 720
Hmotnost [kg]	3 855

Tabulka 2. Parametry stroje Haas VF2 [10]



Obrázek 13. CNC frézka Haas VF4

Haas VF4	
Rok výroby	1996
Maximální otáčky vřetene [ot/min]	7 500
Pojezd v osách x/y/z [mm]	1 270/208/635
Výkon motoru [kW]	11,2
Velikost [mm]	3 000/2 800/3 035
Hmotnost [kg]	6 032

Tabulka 3. Parametry stroje Haas VF4 [10]

3.5 Technologická standardizace

Pro zefektivnění současného způsobu výroby se vychází z nástrojů a pravidel standardizace. Standardizace je proces vytváření pravidel zaměřených na uspořádání určité činnosti. Výsledkem by mělo být zlepšení ekonomických výsledků výroby s přihlédnutím k funkčním požadavkům a bezpečnosti práce. Standardizace výrobní technologie je cílené ovlivňování současných výrobních procesů, kdy výsledkem je co nejvyšší ekonomická návratnost. Standardizační opatření lze provádět na výrobku, polotovaru, výrobní technologii, strojním vybavení nebo organizaci a řízení vlastního výrobního procesu. Mezi základní cíle standardizačních opatření patří odstranění různorodosti konstrukčních a technologických

procesů, zvýšení kvality výrobků, zvýšení produktivity práce, snížení pracnosti výroby, snížení výrobních nákladů nebo zjednodušení výrobní dokumentace. [3]

Mezi nejprogresivnější metody standardizace patří:

- a) Simplifikace – jedná se o metodu, kdy dochází k redukci počtu možných variant řešení. Dochází ke zjednodušení konstrukčně technologické koncepce výrobku, snížení počtu typů výrobků a technologických variant.
- b) Typizace – jedná se o hledání charakteristických (typických) vlastností nebo parametrů výrobku, které optimálně splňují technické a ekonomické požadavky. Dochází k odstranění zbytečné různorodosti jednotlivých výrobků, určení optimálního sortimentu výrobků a stanovení nejvýhodnějších metod práce.
- c) Unifikace – jedná se o tvarové a rozměrové sjednocení součástí za účelem jejich použití v různých výrobcích. Unifikovat lze i způsob a organizaci práce.
- d) Normalizace – metoda pro zjišťování a stanovení nejmenšího možného počtu technických řešení u opakovaných případů. Normalizace je nejvyšším stupněm standardizace. [3]

3.5.1 Typová a skupinová technologie

Technologická standardizace bude v další části práce zaměřena na odstranění technologické různorodosti při výrobě, zvýšení produktivity práce, zlepšení technicko-organizační úrovně výrobního procesu a zvýšení využití výrobních strojů.

Jako prvním krokem k zefektivnění výroby je typizace a normalizace výrobního postupu. Jedná se o vypracování jednotného, optimálního, výrobního postupu společného pro soubor podobných součástí, které mají společný sled a obsah výrobních operací. Po nalezení skupiny dílů následuje unifikace jednotlivých technologických operací. To obnáší nalezení takového nastavení stroje, nástrojů a přípravků, které umožní výrobu několika podobných součástí bez nutnosti změny nastavení. Pro vypracování typového technologického postupu je nutné prověřit technologičnost konstrukce skupiny dílů. Ze skupiny dílů je vybrán typický představitel. Typický představitel je taková součást, která co nejvíce a nejúplněji vystihuje základní konstrukční a technologické znaky dané skupiny dílů. Z konstrukčního hlediska to znamená podobný tvar polotovaru, stejné konstrukční prvky a stejné funkční plochy. Z technologického hlediska se jedná o stejný sled výrobních operací, stejný způsob upínání, stejné stroje i použité nářadí. Při hledání optimálního výrobního stroje nemusí být dostačující stávající výrobní zařízení. Proto může dojít k jeho modernizaci. Vždy je však nutné vypracovat a posoudit ekonomickou výhodnost této investice. Všechny tyto kroky vedoucí k vytvoření standardů při výrobě zvolených součástí budou popsány v následujících kapitolách. [3]

Při skupinové technologii je základem třídění součástí způsob jejich výroby. Při zařďování součástí do příslušné skupiny se vychází z hlavních rozměrů, z geometrických tvarů, z přesnosti a jakosti obráběných ploch a použitých materiálů. U skupinové technologie mohou být díly vyráběny dle typových výrobních postupů nebo mají společnou pouze jednu výrobní operaci. Následně putují výrobou a mohou přecházet do jiných výrobních skupin či do jiných typových postupů. Skupinová technologie je využívána především v malosériové výrobě, kde zjednodušuje práci související s přípravou výroby a snižuje přípravné časy na seřizení strojů. Nastavením skupinové technologie se zvyšuje sériovost výroby. Pro nasazení

skupinové technologie je nutné roztrždit součásti do vhodných technologických skupin, navrhnout skupinové přípravky, skupinové nastavení strojů a organizovat tok skupiny dílů výrobním systémem. Skupinovou technologii lze uplatňovat ve formě skupinové operační technologie nebo skupinové hnízdové technologie. [3]

S ohledem na posuzovaný výrobní systém bude dále uvažována skupinová operační technologie. Tato technologie vychází z jednoho technologického místa, kde je zpracováváno spektrum výrobně podobných součástí. Tyto součásti jsou obráběny na jednom konkrétním stroji. Velkou výhodou skupinové operační technologie je možnost nasazení na CNC obráběcích strojích. Zde dochází k vytvoření skupiny podobných programů, které lze použít pro velké množství součástí. [3]

Pro každou vytvořenou skupinu dílů je nutné najít představitele. Je to součástka, která co nejvíce a nejúplněji vystihuje konstrukční i technologické znaky součástí dané skupiny. Z hlediska výrobní technologie musí obsahovat stejný sled operací, podobný způsob upnutí polotovaru a obrábění na jednotných strojích s využitím shodných řezných nástrojů. Následně se na představitele vypracuje typový technologický postup. Navržený sled operací musí zajistit obrobení libovolné součásti ze skupiny daného představitele.

Hlavním úkolem typizace technologických postupů je:

- odstranit různorodou nebo zastaralou technologii výroby
- zvýšit sériovost výroby
- zlepšit technologičnost konstrukce zavedením unifikace a normalizace
- zkrátit čas i náklady na technologickou přípravu výroby
- snížit počet speciálního nářadí a tím i náklady na jeho výrobu a skladování
- odstranit rozdíly v normách času a tím zpřesnit plánování výroby
- zvýšit kvalitu a snížit obsah technologické dokumentace

[1]

3.5.2 Obnova strojního parku

Při navrhování nového strojního vybavení je nutné vycházet ze dvou základních předpokladů. Navržený stroj musí splňovat nejen technologické parametry obrábění, ale výroba samotná musí být ekonomická. To znamená zajistit výrobu požadovaných součástí s nejmenšími náklady při dodržení kvalitativních parametrů daných výkresovou dokumentací. Při navrhování nového stroje musí být respektována technologie dané operace a také hospodárnost výroby.

Z technologického hlediska je nutné respektovat způsob obrábění. Ten vychází z rozměrů obráběného předmětu, výkonu stroje, požadované přesnosti a obtížnosti obsluhování stroje. Z hlediska ekonomického je výhodné zajistit co největší podíl strojní práce, využívat nejmodernější dostupné technologie, zvážit možnost nasazení vícestrojové obsluhy a respektovat univerzálnost stroje s ohledem na možnou změnu vyráběného sortimentu.

[1]

Při obnově strojního parku je také nutné respektovat dispozici budovy. V ideálním případě je možné v aktuální dispozici udělat stavební úpravy, které budou reflektovat požadavky nových strojů. Ve většině případů je však nutné nové stroje umístit do stávající dispozice a to s minimálními úpravami okolních pracovišť či generelu podniku. Důležité je brát ohled na zavážení surového materiálu, pravidelnou údržbu stroje, vyvážení kovového odpadu a také dostatek pracovního prostoru pro operátory. Mezi možné omezení při poptávání nových strojů patří například nosnost podlah, výška budov či celkový příkon strojů.

Při předem daných parametrech generelu výrobního závodu je potřeba navrhnout takové stroje, které budou vyhovovat okolním podmínkám a současně budou technologicky i ekonomicky vyhovující. Proto je nutné najít vhodný kompromis a předem počítat s možností změny výrobního programu či nárůstu objemu výroby. Při následném provozu stroje by mělo docházet k rychlejšímu fyzickému opotřebení než k morálnímu zastarání. Jen tak může být zajištěna výroba na nejproduktivnějších strojích s využitím moderních technologií. Ideálním případem je průběžné zvyšování automatizace a postupné vyčlenění člověka z výrobního procesu. [3]

3.6 Analýza výrobního programu

Aby bylo možné standardizovat proces výroby, je nutné analyzovat současný stav výrobního programu. Jedná se o posouzení celkového objemu výroby jednotlivých dílů a možnosti kooperace s jinou výrobní společností. Je nutné vycházet ze skutečnosti, že veškeré činnosti probíhající ve výrobním systému jsou závislé na čase, konají se na určitém místě a zaujímají určitý prostor. Důležité je zaměřit se na sériovost a opakovatelnost výroby, ale také na konstrukční požadavky na výrobek. V případě výroby hliníkových dílů ve společnosti Zodiac Galleys Europe se jedná o výrobu malých sérií, kdy dochází k časté změně vyráběného sortimentu. Tato skutečnost znemožňuje efektivní výrobu jednotlivých dílů. S ohledem na konstrukční a materiálové požadavky na výrobky, je nutná povrchová úprava. Vhodnou povrchovou úpravou je proces eloxování. S ohledem na legislativní požadavky není možné eloxovou vrstvu provádět přímo ve společnosti. Proto bude vždy nutné využívat služeb jiných společností.

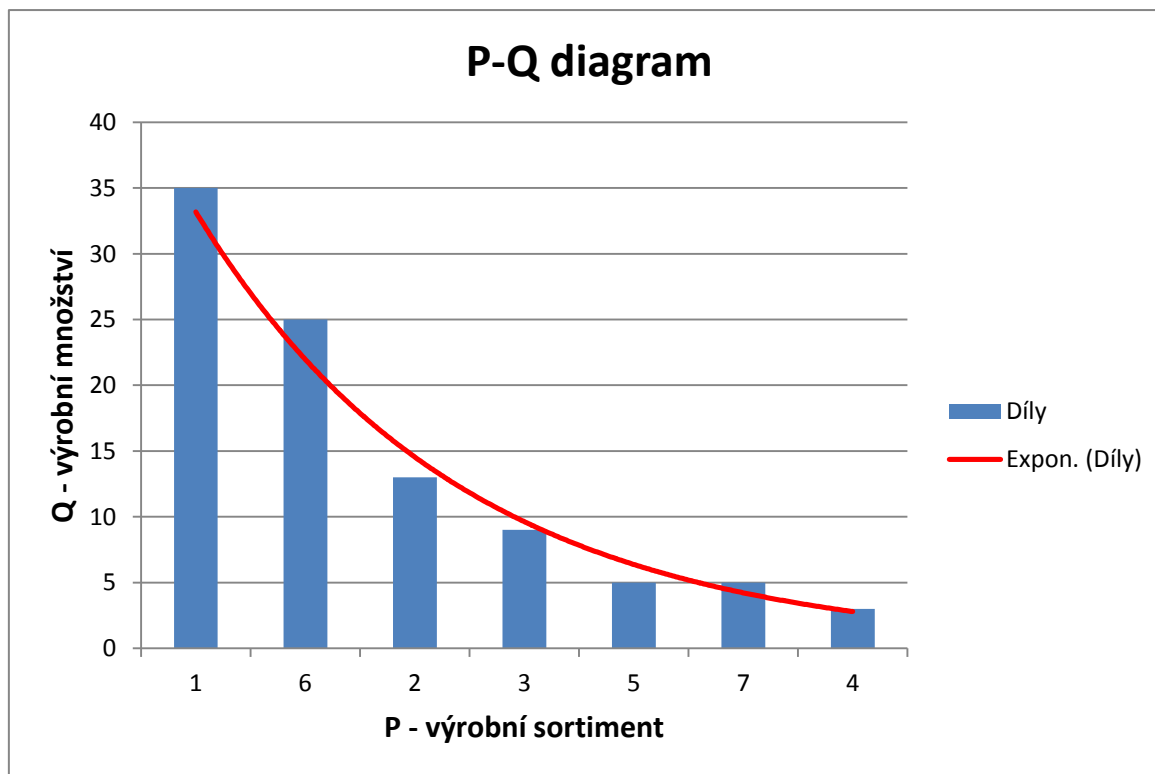
Při analyzování nebo navrhování výrobního systému je důležité rozčlenit požadované výrobky do základních skupin. Dále je třeba vyčíslit odbyt jednotlivých představitelů v množství a čase. Po zhodnocení těchto základních parametrů se určí součásková základna. Pro určení součáskové základny je důležité zohlednit sériovost výroby. Finančně a organizačně je výhodnější vyrábět velké série podobných dílů s podobnou technologií než kusová výroba specifických součástí.

Součásti ve strojírenské výrobě lze rozdělit na rotační a nerotační. Další dělení je podle velikosti, druhu materiálu a pracnosti výroby. Z těchto parametrů lze stanovit poměr jednotlivých dílů a určit tak součáskovou základnu. Pro zobrazení závislosti mezi počtem vyráběných kusů (Q) a druhem výrobků (P) může být použit P-Q diagram. [3]

	Název	Tvar	Materiál	Spotřeba času [min]	Četnost použití
1	Extrusion	Nerotační	Hliník	< 60	35
2	Door Frame	Nerotační	Hliník	> 60	13
3	Sump	Nerotační	Hliník	> 60	9
4	Stabbing	Nerotační	Hliník	= 60	3
5	Block	Nerotační	Hliník	< 60	5
6	Plate	Nerotační	Hliník	< 60	25
7	Rod/Pin	Rotační	Ocel	< 60	5

Tabulka 4. Vyráběný sortiment

Pro nalezení typického výrobku slouží přehled vystihující základní vlastnosti a parametry výrobků. Výrobky jsou rozděleny dle názvu, tvaru, použitého materiálu, spotřeby času a četnosti použití. S ohledem na různorodost výrobků je spotřeba času potřebná na výrobu dílu vztažena k 60-ti minutám. Četnost použití dílu určuje počet podobných dílu nainstalovaných na každé vyrobené kuchyni.



Obrázek 14. P-Q diagram [3]

Z grafu je zřejmé, že nejvíce vyráběným výrobkem a tedy i často používaným pro montáž kuchyně, jsou díly Extrusion. Pro zjednodušení výroby jsou díly typizovány. Proto mohou být vyráběny ve velkém počtu kusů a současně v malém počtu modifikací. Z toho vyplývá, že díly jsou vyráběny stejnou výrobní technologií, která je považována za optimální. Oproti tomu jsou díly s názvem Stabbing, které jsou vyráběny v malém počtu a každý díl je typově jiný. Je to z důvodu pevnostních parametrů a odlišné konstrukce finálních výrobků. Každý díl musí mít svůj specifický způsob výroby, a proto je komplikované ho standardizovat. Optimální díly pro racionalizaci výroby se nachází uprostřed křivky. Jedná se o díly, které jsou vyráběny ve velkém množství a v různých modifikacích. Vyráběné množství je dostatečně velké, aby se vyplatilo optimalizovat výrobní proces a došlo tak k úspoře nákladů spojených s výrobou. [3]

3.7 Výběr typického představitele

Na současných CNC frézkách se obrábí různé druhy výrobků. Při hledání typického představitele bylo jako první kritérium zvoleno tvar polotovaru. Dle obráběného sortimentu lze polotovary rozdělit do tří skupin. Jedná se o standardizované profily tvaru U, L nebo T. Dále pak tyčové polotovary, dodávané s kruhovým, čtvercovým nebo obdélníkovým průřezem. Posledním typem polotovaru jsou desky. Jedná se o surový materiál s obdélníkovým průřezem různé velikosti, tvaru a tloušťky. Tyto materiály se vyznačují velkým poměrem šířky k výšce.

Při obrábění profilů obvykle nedochází k velkému úběru materiálu. Většinou se jedná o frézování složitých tvarů, které nemají speciální funkci, ale slouží pouze jako vizuální prvek. Druhým posuzovaným typem polotovaru je tyčovina. Pro obrábění na frézkách se hodí tyčovina se čtvercovým nebo obdélníkovým průřezem. Tyčovina je nařezána z celkové délky nakupovaného polotovaru na menší kusy, které je možné upnout do svěráku stroje. U nařezaných kusů dochází k obrábění tvarově jednoduchých kapes, sloužících jako odlehčení nebo tvorba prvků sloužících k zafixování dalších dílů do montážního celku. Objem odebraného materiálu je větší než v případě profilů, ale stále se jedná o malé množství a časy chodu stroje v řádech několika minut. Dle obráběného sortimentu je posledním typem polotovaru standardizovaná deska. Největší úběr materiálu a tedy i nejdelší čas běhu stroje je u dílů, které jsou vyráběny z desky o tloušťce do 1 palce. Při hledání typického představitele bude jako výchozí polotovar zvolena deska.

Druhým kritériem pro nalezení typického představitele je typ obráběného materiálu. Ve společnosti jsou obráběny různé legované oceli a slitiny hliníku. Oceli jsou však pouze okrajovým sortimentem. Proto bude dále uvažováno pouze obrábění hliníkových slitin. Obráběným materiálům odpovídají parametry obrábění a použité nástroje a příslušenství.

Po zhodnocení a porovnání dílů s ohledem na druh použitého materiálu vyplynulo, že nejčastěji jsou obráběny desky ze slitin hliníku s označením dle ČSN EN 573-1-3 5754 a 6061. Jedná se o univerzální materiály, které mají dobrou obrobitelnost, výbornou svařitelnost a velmi dobrou tvařitelnost. Současně jsou slitiny vhodné k eloxování a při dodržení technologického postupu zajistí kvalitní povrch. Výhodou je, že se tyto slitiny nachází v nabídce většiny dodavatelů surových materiálů. S ohledem na velikost přídavek je možné najít vhodné tvary i velikosti polotovarů. Nevýhodou při poptávání materiálu může být nutnost přepočtu palcového systému na metrický.

Dalším parametrem důležitým pro vybrání typické součásti byla celková velikost dílu. Po porovnání základních rozměrů polotovarů bylo zjištěno, že u 63% kovových obráběných dílů nepřesáhne největší rozměr 600 mm. Posledním kritériem pro nalezení typického dílu bylo jeho použití na co největším počtu kuchyněk. Ideálním případem by bylo umístění typického dílu na každé vyrobené kuchyni. Po zhodnocení všech těchto aspektů byl jako typický výrobek pro tříosé obrábění zvolen díl Door Frame. Pro pětiosé obrábění byla vybrána skupina dílů s názvem Sump.

Když byla vybrána základní skupina dílů, bylo potřeba zhodnotit, které typy Door Framů a Sumpů splňují všechny nastavené podmínky. Z celkového počtu 1 579 různých Door Framů nacházejících se v informačním systému byly vybrány ty, které mají největší rozměr do 600 mm. Po vyfiltrování dílů bylo zjištěno, že tuto podmínku splňuje 735 dílů, což je 46,6% z celkového počtu.

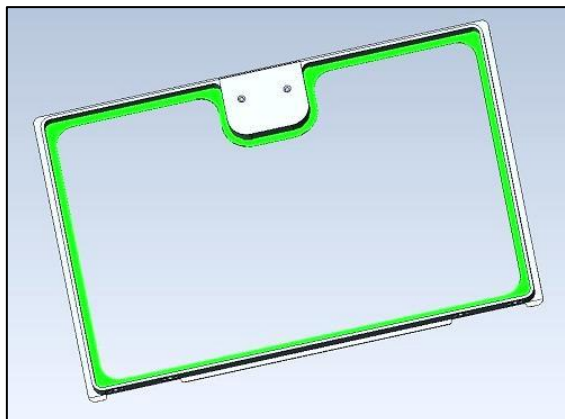
Druhým typem dílu, který je použitý na většině typů kuchyněk je díl Sump. V ERP systému je uloženo celkem 443 různých typů dílu s tímto názvem. Po vyfiltrování položek dle předem nastavených kritérií zbylo 227 tvarově podobných součástí. Z těchto dílů bylo vybráno 98 dílů, jejichž největší rozměr nepřesáhne 600 mm. Z celkového objemu tvarově podobných dílů se jedná o 43,2%.

3.7.1 Typické prvky pro tříosé obrábění

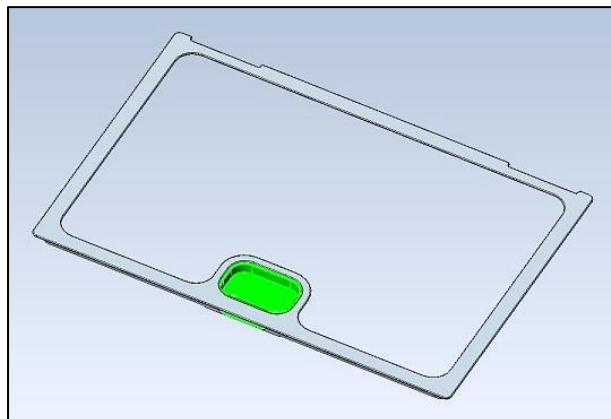
Pro další filtrování a nalezení typického dílu byly stanoveny následující prvky. Díl by měl být obdélníkového průřezu, bez tvarově složitých ploch. Vždy bude obsahovat osazení, do kterého se bude při následné montáži instalovat panel. Dále bude obsahovat specifickou kapsu, do které se bude vkládat standardizovaný zámek. Součástí kapsy bude boční vybrání, ve kterém se bude pohybovat jazýček zámku. Díl bude obsahovat zahlučené díry pro montáž

do finální sestavy. Důležitým parametrem je odfrézování velkého množství materiálu ze středu dílu tak, aby do něj mohl být vsazený panel. Z celkového objemu polotovaru je na finální výrobek použito pouhých cca 15%. Zbytek tvoří odpad. Ten se skládá z třísek, pro které již není využití a jsou určeny k recyklaci. Další část odpadu je tvořena většími částmi desky, které mohou být využity na výrobu menších součástí.

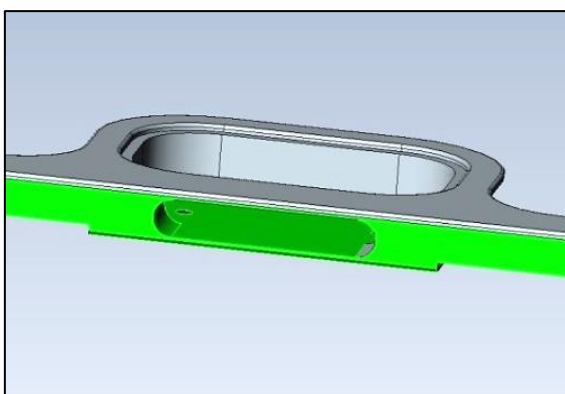
Mezi důležité obráběné plochy na dílech Door Frame patří vnitřní rámeček, vnitřní plocha zámečku, drážka pro pohyb zámku a díry se zahloubením. Díky standardizaci při konstruování těchto dílů je možné standardizovat také NC programy. Proto jsou všechny podobné rámečky vyráběny stejnou technologií a lze je považovat za skupinovou. Tyto typické konstrukční plochy a prvky jsou na následujících obrázcích označeny zeleně.



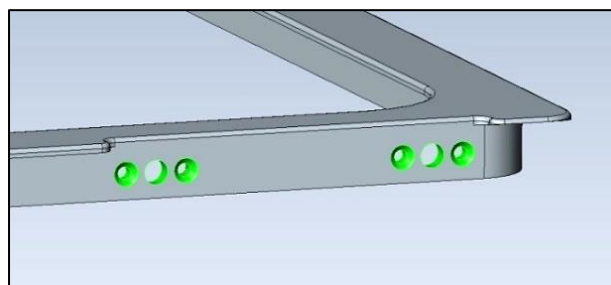
Obrázek 15. Osazení rámečku



Obrázek 16. Plocha pro zámek



Obrázek 17. Drážka



Obrázek 18. Díry

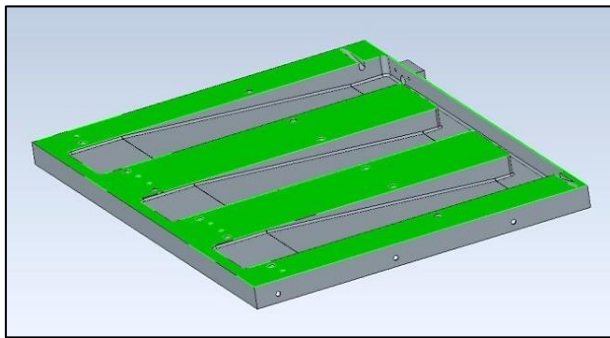
3.7.2 Typické prvky pro pětiosé obrábění

Sumpy jsou tvarově složitější díly, které se vyrábějí z ploché desky. Typickým prvkem je rovná horní plocha dílu s vyvrtanými otvory pro uchycení součásti v kuchyni. Dalším typickým prvkem pro tyto výrobky jsou šikmé plochy. Tyto plochy slouží pro odvod zbytkových tekutin a také jako odlehčení celé součásti. Posledním důležitým prvkem je díra na připojení trubky, která slouží k odvodu tekutiny z pracovního prostoru. S ohledem na složitost i tvar je vhodné tento typ dílu vyrábět na pětiosé CNC frézce.

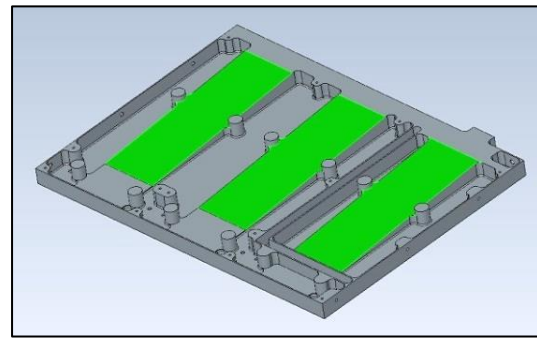
V současné době zajišťuje dodávky těchto dílů externí dodavatel. Z důvodu plánování Just in time a minimalizování skladových zásob se stává, že dodavatel není schopný zajistit požadované množství dílů včas. Proto je potřeba díl vyrobit interně s využitím stávajícího strojního vybavení. V současnosti je jedinou možností jak díl vyrobit použitím tříosých CNC frézek. Je zřejmé, že výroba takto složitého dílu bude na nevhodném stroji obtížná. Díky

použití běžných frézovacích hlav s VBD ze slinutého karbidu bude výroba více časově náročná než při výrobě větších sérií a zakoupení jednoúčelových fréz. S nevhodným strojem a běžnými nástroji není možné dosáhnout efektivního obrábění. Proto jakákoliv nenadálá situace naruší krátkodobé výrobní plány na výrobním středisku CNC frézek. Dojde nejen k ovlivnění celkové výrobní kapacity, ale i k většinu časovému vytížení programátora. Nevhodnou technologií obrábění dochází k většímu opotřebení jak strojů, tak nástrojů. Za těchto podmínek je prakticky nemožné zajistit opakovatelnost výroby při zachování kvalitativních požadavků.

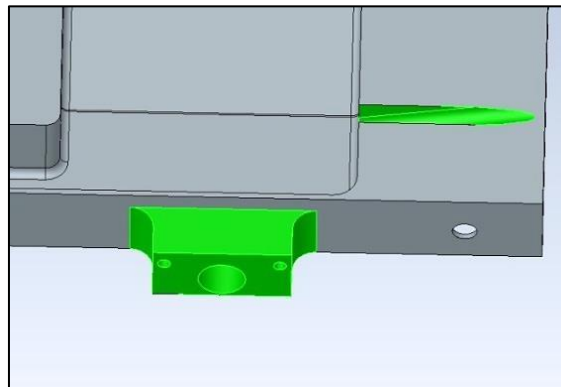
Mezi důležité obráběné plochy na dílech Sump patří horní obdélníková plocha tvořící základní tvar dílu. Dále šikmé plochy a drážka a vývod pro odvod odpadní kapaliny. Díky podobnosti jednotlivých prvků na různých výrobcích je možné využití skupinové technologie. Proto jsou tyto prvky obráběny s využitím stejných nástrojů a funkcí. Tím dochází ke standardizaci NC programu a lepší produktivitě obrábění. Typické konstrukční plochy a prvky jsou na následujících obrázcích označeny zeleně.



Obrázek 19. Rovné plochy



Obrázek 20. Šikmé plochy



Obrázek 21. Vývod

3.8 Technologie výroby vybraných součástí

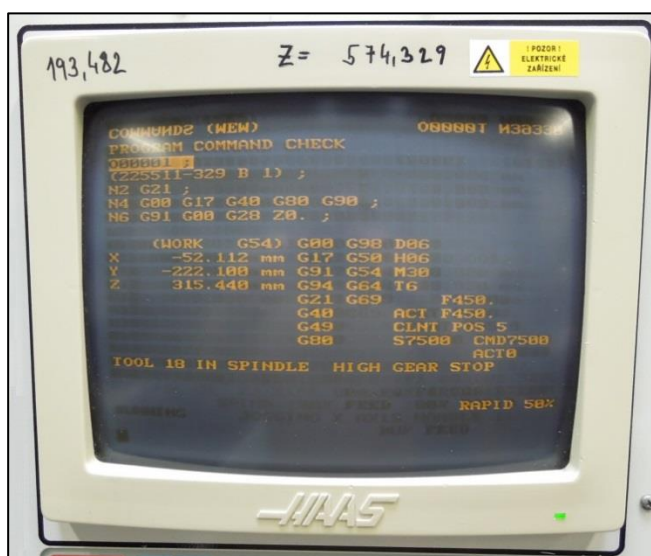
Pro tvorbu CNC programů, potřebných pro chod stroje, využívá společnost program Mastercam. Základ CNC programu tvoří model součásti, který je spolu s výkresem uložen a sdílen na podnikové síti. Odtud si programátor uloží danou součást a začíná s tvorbou samotného programu. Jako první krok při programování je navržení optimálního polotovaru. Velikost závisí na vnějších rozměrech obráběného dílu a velikosti přídavků. Navržením vhodné velikosti surového materiálu lze ušetřit mnoho času při následném obrábění. Požadavek na přídavky by měl být co nejmenší. Při volbě polotovaru by měly být respektovány nejen požadavky stroje, ale i volba standardních nakupovaných polotovarů. Při výrobě malého počtu kusů se nevyplatí objednávat speciální rozměry polotovaru. Po definování polotovaru a zavazbení na model součásti může začít samotné programování.

Při programování jsou postupně voleny jednotlivé operace v takovém sledu, v jakém bude součást obráběna. Obvykle se začíná ofrézováním přídavků. Ke každé operaci musí být přiřazený řezný nástroj. Ten by měl být zvolen dle obráběného materiálu, typu tvarových ploch a s ohledem na dostupné a naostřené nástroje. Ve společnosti jsou v současné době nejvíce využívány monolitní nástroje ze slinutých karbidů. Průměry fréz jsou voleny ze standardního katalogu od firmy Hoffmann Group.

Dalšími parametry, které lze u jednotlivých operací volit, jsou hloubky záběrů nástroje. Volba hloubky vychází z obráběného materiálu a řezné rychlosti. Pro obrábění jsou důležité i nájezdy a výjezdy nástroje. Tyto parametry jsou voleny s ohledem na velikost součásti a druh obráběné plochy. Pokud by došlo ke špatnému nájezdu nebo výjezdu nástroje z řezu, mohlo by dojít ke zničení nástroje, výrobku nebo dokonce celého stroje. Po nastavení dalších důležitých parametrů obrábění, je možné zkontrolovat dráhy nástroje, velikost polotovaru a celý proces obrábění ve funkci verifikace. Zde je orientačně vygenerován celkový čas obrábění.



Obrázek 22. Ovládací panel



Obrázek 23. Obrazovka

Tvorba programů probíhá na počítači programátora. Pokud je program odlazený v simulaci, je možné ho za pomoci postprocesu nahrát do konkrétního stroje. Zde vzniká NC kód, na základě kterého jsou stroje schopny obrábět. Nevýhodou současného programování a nahrávání dat do strojů je omezená velikost úložiště. Aktuálně je ve strojích nainstalována paměť o velikosti 256 kb až 1 Mb. U obrábění složitější součástí, kde je dlouhý CNC program, nastává problém s nahráním programu do stroje. Proto musí být výsledný program rozdělen na několik menších úseků, které jsou postupně nahrávány do stroje. V praxi to funguje tak, že po obrobení části programu musí být přerušen automatický chod stroje a nahrána další část programu. Tato skutečnost omezuje možnosti obrábění a způsobuje zvýšení přípravných časů. Samotný programátor musí brát ohled na celkovou velikost finálního programu.

S ohledem na velkou rozmanitost výroby jsou na CNC frézách používány univerzální nástroje. Nejčastěji obráběným materiálem jsou hliníkové slitiny. Proto jsou s ohledem na cenu a trvanlivost nakupovány monolitní frézy ze slinutých karbidů, které jsou vyhovující pro dané obrábění. Tyto frézy mají běžné průměry a jsou nakupovány v dlouhém provedení. Použití dlouhých nástrojů má za následek, že při působení řezné síly dochází k ohýbání nástroje. To zapříčiní zhoršení přesnosti obrábění, opotřebení nástroje a namáhání stroje.

Pokud by byly použity krátké nástroje, bylo by možné použít větší řezné rychlosti a obrábění by bylo produktivnější.

Nevýhodou obráběného hliníku je, že se lepí na povrch nástroje a zhoršuje jeho řezné vlastnosti. Proto je nutné v průběhu obrábění používat procesní kapalinu. Ta musí zajistit dostatečné ochlazování nástroje a také odplavení třísek z místa řezu. S výhodou by se daly využívat frézovací hlavy s VBD nebo nástroje s vnitřním chlazením. Použití těchto nástrojů by zajistilo mnohem efektivnější chlazení a současně odvádění třísek z místa řezu. Tyto nástroje však není možné na současných strojích používat z důvodu jejich zastaralé konstrukce.

Při nasazení speciálních nástrojů není možné zajistit jejich univerzálnost. Proto je nutné mít nízký sortiment výrobků nebo velký počet speciálních nástrojů. Velký počet nástrojů je nežádoucí z pohledu skladování a údržby. Proto jsou s ohledem na široký výrobní sortiment nakupovány běžné nástroje, které jsou snadno dostupné a levné. Z pohledu obrábění je nejvýhodnější používat nástroje s co nejmenším vysunutím a co nejmenší řeznou plochou. Velikost této plochy je vždy limitována výškou obráběného materiálu. Níže se nachází seznam a základní rozměry běžně používaných řezných nástrojů pro výrobu dílů Door Frame a Sump. Mezi základní parametry nástroje je považován jeho typ, průměr (d), délka řezné hrany (L_S), průměr upínací plochy (d_1), celková délka nástroje (L_C), počet zubů (z).

Typ	$\varnothing d$ [mm]	L_S [mm]	$\varnothing d_1$ [mm]	L_C [mm]	z [-]
Stopková čelní válcová fréza	4	20	6	70	2
Stopková čelní válcová fréza	5	22	6	70	2
Stopková čelní válcová fréza	6	21	6	70	2
Stopková čelní válcová fréza	10	31	10	90	2
Stopková čelní válcová fréza	12	38	12	95	2
Stopková tvarová fréza na sražení	6	3	6	58	4
Nástrčná čelní fréza s VBD	63	17,5	22	50	5
Stopková kulová fréza	6	25	6	65	2
Stopková čelní válcová fréza	8	9	8	64	2
Vrták	2,7	25	2,7	60	2
Navrtávák	6	20	6	66	2

Tabulka 5. Seznam aktuálně používaných nástrojů

U zvolených součástí je problematické vytvořit díry s ohledem na malou tloušťku materiálu. Při působení řezné síly dochází k deformaci nástroje i malého průřezu materiálu, který nemá požadovanou tuhost. Proto je součástí CNC programu pouze navrtání povrchu, jako označení umístění těchto děr. Po kompletním obrobení součásti následují zámečnické operace, kde dochází jednak o ohranění celého dílu, ale také k dovrtní všech děr a vytvoření potřebného zahloubení. Tyto následné zámečnické operace zvyšují čas výroby jednotlivých dílů. Při samotném vyhodnocení spotřeby času nejsou časy zámečnických operací počítány do efektivity pro obrábění v úseku obrobny. Rozdíl časů mezi pouhým navrtáním povrchu a kompletním vyvrtáním díry bude vzhledem k malé tloušťce materiálu pouze v řádech sekund. Současná technologie výroby děr na zvolených výrobcích je volena s ohledem na využívané stroje a nástroje. Vzhledem k současným možnostem obrábění se jedná o velmi neefektivní

postup výroby. Pro zlepšení této skutečnosti by mohly posloužit vhodné přípravy. Jejich nasazení sice vyžaduje zvýšení fixních nákladů, ale snížení variabilních nákladů spojených s ušetřením přípravných i kusových časů. Obecnou diskutabilní vlastností přípravků je jejich univerzálnost. Pokud by byl vytvořen skutečně univerzální přípravek pro několik desítek typů dílů, časová úspora by byla značná. Při nasazení přípravku na každý specifický výrobek by záhy nastaly problémy s evidencí a skladováním. Výsledný efekt by tedy nepřinesly.

3.9 Technologie výroby dílu Door Frame

3.9.1 Technologický postup pro výrobu dílu Door Frame


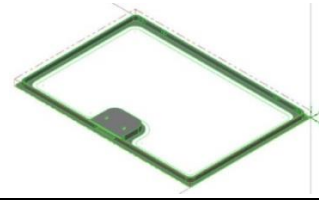
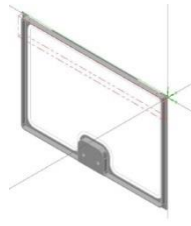
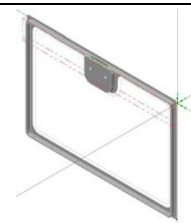
Door Frame 675952-33				
Č. operace	Operace	t _{AC} [min]	t _{BC} [min]	Kooperace
10	CNC frézování	109	115	NE
20	Zámečnické operace	40	5	NE
30	Označení dílu - gravírace	2	5	NE
40	Broušení	15	5	NE
50	Balení	5	5	NE
60	Povrchová úprava - elox	Dodání 2-3 dny		ANO

Tabulka 6. Výrobní postup pro díl Door Frame

3.9.2 Technologický postup výrobní operace 10 - CNC frézování

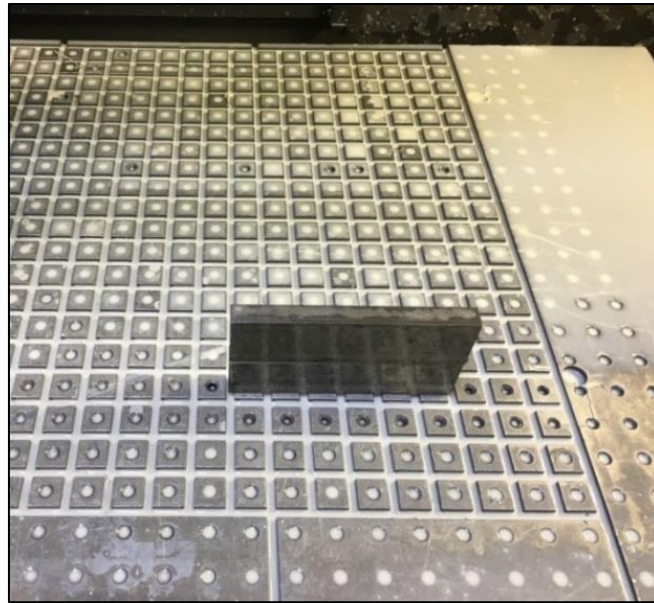
Pro zlepšení produktivity na výrobním středisku obrobny byla nastavena skupinová výrobní technologie. Na současných strojích to znamená rozdělit program na několik částí dle nutnosti přeupínání. Standardní NC program pro skupinu dílů s názvem Door Frame je rozdělen na čtyři části. V rámci přípravného času jsou připraveny potřebné nástroje, měřidla a přípravek či svěrák na upnutí dílu. S jedním nastavením stroje dojde k obrobení jedné plochy pro všechny díly ve výrobní dávce. Následuje nahrání další části programu a úprava nastavení stroje. Poté dochází k výrobě dalších prvků na celé dávce dílů.

Ve společnosti Zodiac Galleys Europe jsou nejčastěji obráběny polotovary z hliníkových slitin ve tvaru desek. Desky se vyznačují velkým poměrem mezi šířkou a výškou. Aby bylo možné tyto polotovary obrábět, je nutné zajistit pevné a tuhé upnutí. Vzhledem ke specifickému tvaru je upínání řešeno pomocí vakuového stolu. Vakuový stůl se skládá z děrované desky a vakuových pump. Polotovar je položen na děrované desce a pumpy vytváří podtlak, díky kterému je obrobek přitlačován na upínací desku. Výhodou upnutí bez použití svěráků, upínek či přípravků je možnost obrobení celého obvodu a to bez nutnosti přeupínání. Současně při upínání není nutné složité ustavování součástí. Polotovar se položí na desku a speciální gumou, podložkou nebo čepy dojde k ohraničení oblasti, kde má působit tlak. Jediným omezením je velikost obrobku. Čím je obrobek větší, tím větší silou je přitlačován na upínací desku. Vzhledem k jednoduchosti tohoto způsobu upínání dochází k výrazné úspoře času oproti jiným způsobům. Nevýhodou tohoto způsobu upínání je, že nelze frézovat celou výšku polotovaru neboť by došlo k poškození upínací desky. Proto vždy musí dojít k přeupínání a otočení součástí.

Č. operace	Operace	t _{AC} [min]	Upínání	Náhled
10	Frézování 1 strany dle DWG	46	Vakuový stůl	
20	Frézování 2 strany dle DWG	37	Vakuový stůl	
30	Navrtání děr	11		
40	Frézování zámku	15	Přípravek	

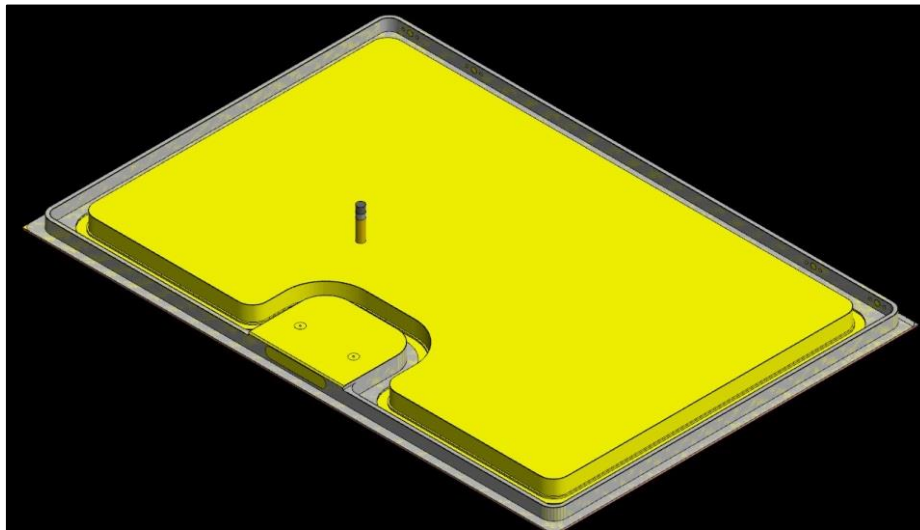
Tabulka 7. Postup CNC frézování dílu Door Frame

V první části programu je polotovár upnutý na vakuovém stole. Jedná se o upínání za použití děrované desky a vakuových pump. Polotovár je položen na desku a přisáván vzduchem. Při dostatečně velkém tlaku je zajištěno pevné upnutí bez nutnosti zdlouhavého upínání svěráku. Za použití frézy o průměru 63 mm dochází k ofrézování horní plochy dílu a odstranění přídavek. Následuje výměna nástroje, kdy jako typický hrubovací nástroj je používána čelní válcová monolitní dvoubřitá fréza ze slinutého karbidu o průměru 12 mm. Tento nástroj je použit pro obrobení vnější kontury dílu. Za použití stejného nástroje je volána funkce pro obrábění kapsy a vzniká tvar pro zámeček. Poté dochází k obrábění vnitřního tvaru rámečku. V okamžiku, kdy je obroben základní vnější i vnitřní tvar rámečku, dochází k výměně nástroje za tvarovou frézu a tvorbě zkosení po celém obvodu dílu. Výroba jedné poloviny dílu trvá společně s upínáním nástrojů i polotovaru 62 minut. Spotřeba času na samotné obrábění je 37 minut.



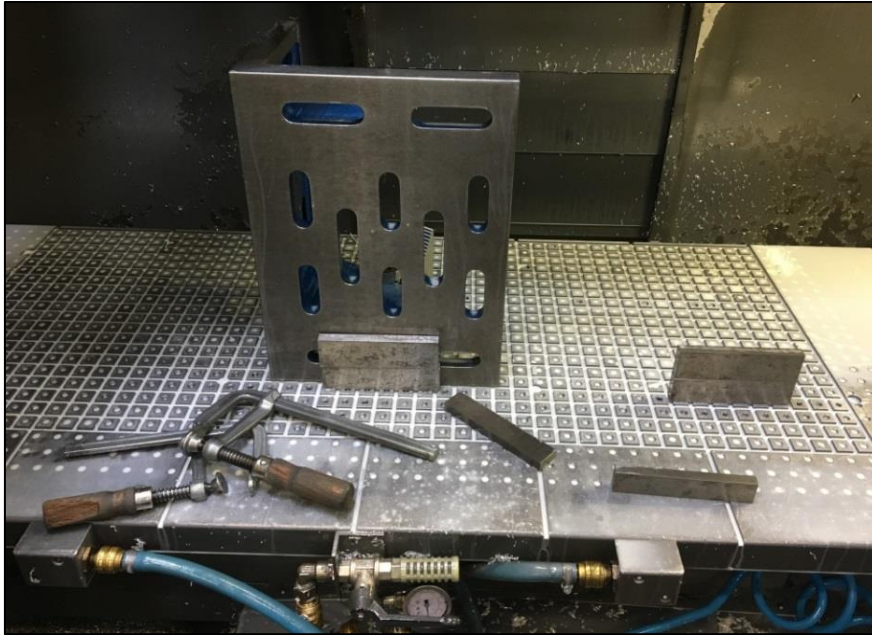
Obrázek 24. Vakuový stůl

Druhá část programu vyžaduje přeupnutí a otočení dílu o 180° v ose X. Upnutí polotovaru je opět řešeno za použití vakuového stolu. Jako první operace je ofrézování horní plochy s minimálním úběrem materiálu za použití nástroje o průměru 63 mm. Následují stejně činnosti jako v první části programu. Jedná se o hrubování za použití monolitního nástroje o průměru 12 mm. To spočívá ve frézování vnějšího a následně i vnitřního tvaru. Poslední operací je tvorba zkosení. Pro tvorbu zkosení je používán nástroj o průměru 6 mm. Obrábění spočívá ve vytvoření rovnoměrného zkosení po celém obvodu dílu. Druhá část programu je nesložitější, a proto také nejdelší. Spotřeba času je 72 minut.



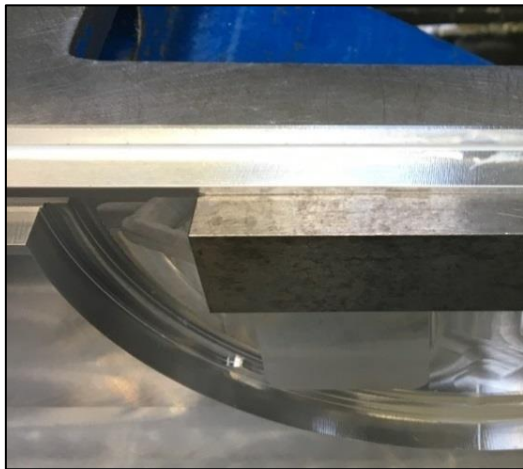
Obrázek 25. Obrábění dílu Door Frame

Třetí část programu slouží pro přesné vytvoření děr na zadní části rámečku. Polotovaru je umístěn v přípravku tak, aby jej bylo možné postavit. Přípravek zajišťuje pevné a tuhé upnutí, které je nezbytné pro obrábění v dané poloze. Jedná se o nejkratší část programu, kde za použití navrtávu dojde k označení polohy středu díry a následnému vyvrtání děr. Samotný běh stroje je v této části programu pouhých 11 minut. Z důvodu přeupínání je spotřeba přípravného času 25 minut.



Obrázek 26. Upínání

V poslední části programu je polotvar opět upnutý v přípravku. Z důvodu umístění však muselo dojít k otočení dílu o 180° v ose X. Za použití nástroje o průměru 6 mm je volána funkce rampa. Postupným frézováním jednotlivých vrstev materiálu vzniká kapsa pro pohyb zámku. Tato část programu trvá včetně upínání 30 minut.

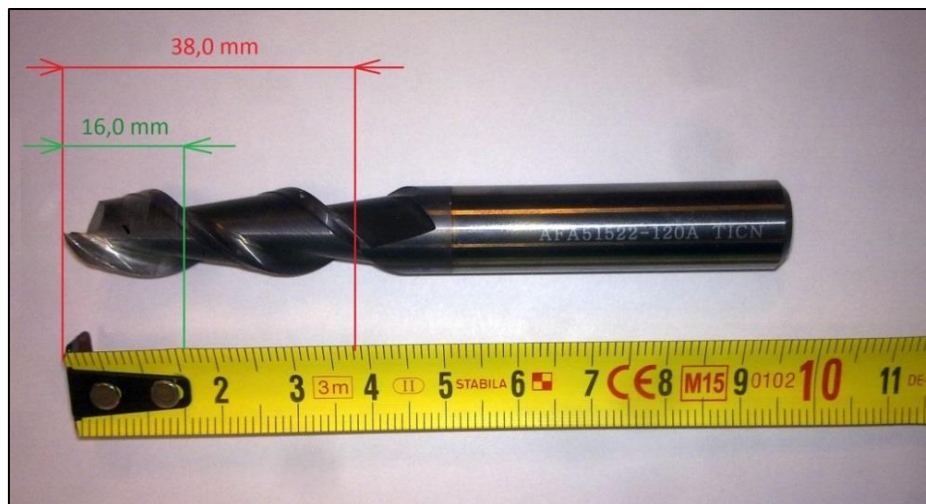


Obrázek 27. Tvorba drážky



Obrázek 28. Drážka

S ohledem na široký sortiment vyráběných dílů je nutné zachovat univerzální nástroje pro možnost obrábění různých výrobků. Jako typický nástroj je používána monolitní dvoubřitá fréza ze slinutého karbidu a povrchovou vrstvou TiCN. Aby bylo možné tímto nástrojem obrábět různě vysoké polotovary je délka řezné hrany tohoto konkrétního nástroje 38 mm. Pro obrábění typického Door Framu by byl postačující nástroj s délkou řezné hrany pouhých 16 mm. Délka řezné hrany a celková délka nástroje může negativně ovlivnit proces obrábění. Čím delší nástroj je použit, tím vyšší je jeho mechanické namáhání. V okamžiku, kdy dochází k odebrání materiálu, působí na nástroj i obrobek řezné síly. Ty způsobí ohyb nástroje a zhoršení přesnosti obrábění i kvality povrchu.



Obrázek 29. Nástroj pro Door Frame

V závislosti na výrobní technologii a nutnosti častého přeupínání vznikne na obrobeném dílu velké množství otřepů a nepřesností. Ty vznikají zejména v napojení jednotlivých řezů při frézování ve vodorovné rovině. Proto všechny obrobené díly musí putovat na pracoviště zámečníků, kde dochází k odstranění těchto nežádoucích prvků. Součástí práce zámečníků je dovtřívání děr a tvorba zahloubení. Dále pak řezání závitů a příprava všech ploch na povrchovou úpravu. S ohledem na nutnost zavedení další technologické operace dochází k prodloužení výrobních časů. Součástí této operace je upínání, příprava nástrojů, strojů, čtení výkresů a také mezioperační manipulace. Dochází k dalšímu vložení lidského elementu do procesu výroby. Vzniká tak prostor pro chyby, nepřesnosti a plýtvání zdroji. Na základě těchto skutečností dochází ke zvýšení pravděpodobnosti tvorby zmetků a prodlužuje se celkový čas výroby dílu. Čas strávený na pracovišti zámečníků není připočítáván do času obrábění ani do časového fondu střediska CNC strojů, nicméně pro cenovou kalkulaci dílu je nutné s ním počítat.

3.10 Technologie výroby dílu Sump

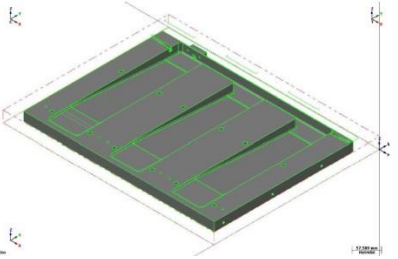
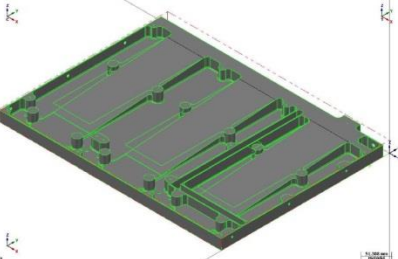
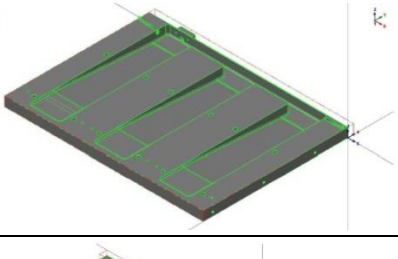
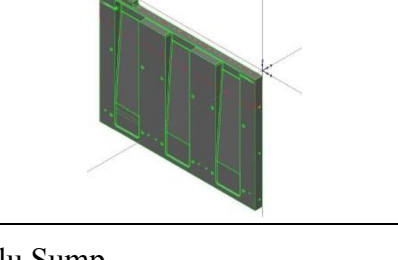
3.10.1 Technologický postup pro výrobu dílu Sump

Sump 660401-5				
Č. operace	Operace	t_{AC} [min]	t_{BC} [min]	Kooperace
10	CNC frézování	1 180	110	NE
20	Zámečnické operace	70	10	NE
30	Označení dílu - gravírace	2	5	NE
40	Broušení	20	5	NE
50	Balení	5	5	NE
60	Povrchová úprava - eloxování	Dodání 2-3 dny		ANO

Tabulka 8. Výrobní postup pro díl Sump

3.10.2 Technologický postup výrobní operace 10 – CNC frézování

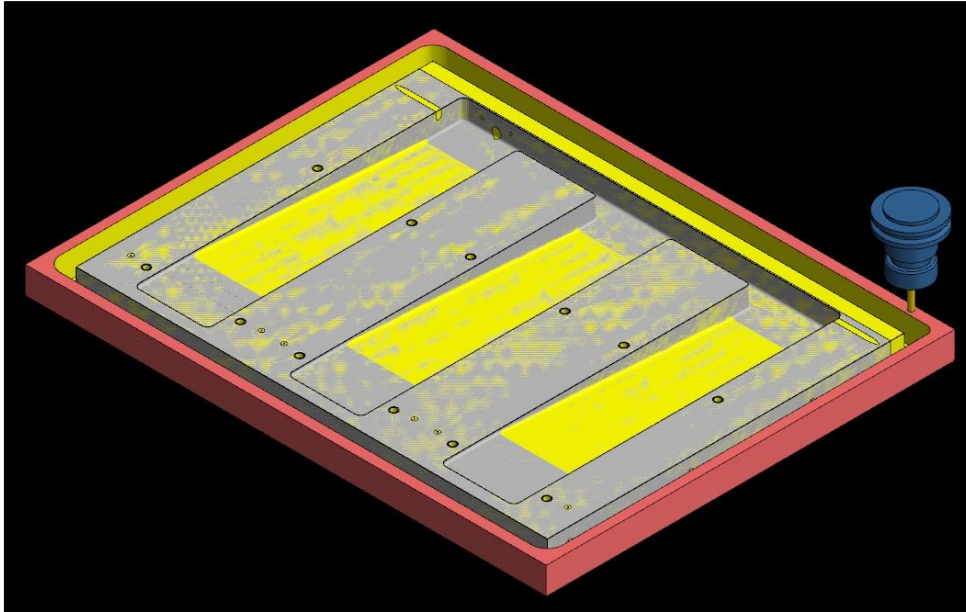
Jako nejvýhodnější varianta výroby skupiny dílů Sump byla zvolena ta, kdy je CNC program rozdělen na čtyři části. V následující tabulce je popsán jednoduchý technologický postup popisující operaci frézování dílu Sump na CNC frézce značky Haas.

Č. operace	Operace	t_{AC} [min]	Upínání	Náhled
10	Frézování 1 strany dle DWG	561	Vakuový stůl	
20	Frézování 2 strany dle DWG	584	Vakuový stůl	
30	Frézování vývodu	25	Vakuový stůl	
40	Navrtání děr	10		

Tabulka 9. Postup CNC frézování dílu Sump

V první části dochází k obrábění horní plochy desky a odstranění přídavků. Polotovar je upnutý na vakuovém stole CNC frézky. Frézování probíhá za použití monolitního nástroje ze slinutého karbidu o průměru 63 mm. Následně dochází k výměně nástroje za standardizovaný slinutý karbid o průměru 12 mm. Dochází k obrobení vnější kontury dílu. Následuje frézování tvarových ploch Sumpu z jedné strany. Postupně dochází k hrubování tvarových a šikmých ploch. Po vyhrubování velkého objemu materiálu dochází k výměně rezného nástroje a následuje operace dokončování ploch řádkováním. Následuje vrtání děr. To probíhá s použitím vrtáku. Větší otvory jsou vyráběny za použití frézy a pohyb nástroje je dán šroubovicí. Jako poslední operace v první části programu je dokončování svislých ploch. Ty vznikly při hrubování šikmých tvarů. Následuje výměna nástroje za tvarovou frézu a tvorba zkosení základního tvaru. Doba automatického chodu stroje při obrábění první části dílu je 561 minut. K tomu je připočteno 25 minut jako přípravný čas na upínání dílu, přípravu nástrojů a stroje.

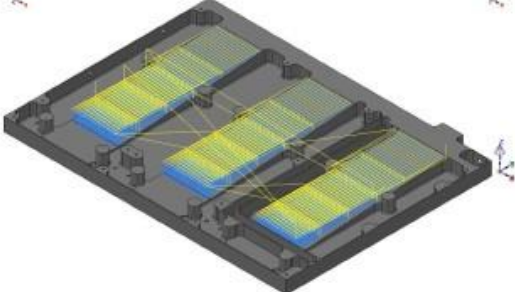
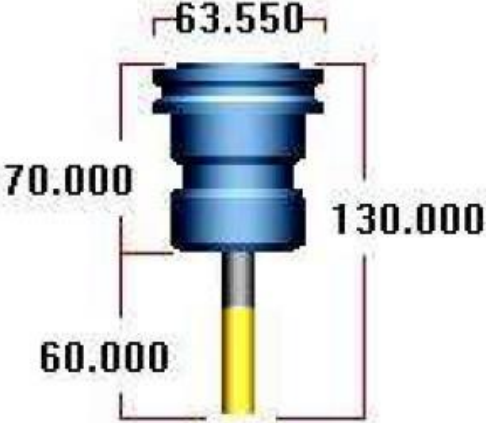
Po dokončení první části programu je ukončen automatický chod stroje. Následně dojde k přeupnutí a otočení dílu o 180°, tak aby mohla být obrobena druhá strana dílu. Ta vzniká podobným způsobem jako první část. V prvním kroku dochází k zarovnání celé plochy nástrojem o velkém průměru s minimálním úběrem materiálu. Jedná se o odstranění přídavků a srovnání plochy. Za použití funkce řádkování následuje tvorba šikmých ploch a tvarových prvků v režimu hrubování. Tomu odpovídají řezné parametry. Následuje výměna nástroje za kulovou frézu a dokončování šikmých ploch. Operace výroby šikmých ploch mají největší podíl v celkovém času výroby dílu. Na závěr této části programu jsou vyvrtány otvory a za použití tvarové frézy vzniká sražení po celé délce dílu. V druhé části programu je čas automatického chodu stroje 584 minut. Jedná se o nejdelší část celého programu.



Obrázek 30. Obrábění dílu Sump

Třetí a čtvrtá část programu obsahuje výrobu vývodu pro přebytečnou kapalinu. Nejdříve je obroben základní kvádr a po přeupnutí následuje výroba děr. Pro pevné a tuhé upnutí dílu při obrábění jsou použity přípravky. Ty umožní upnutí součásti jak ve vodorovné, tak i svislé poloze. Jako řezné nástroje jsou použity válcové frézy, navrtávák a vrtáky. Doba obrábění je stanovena na 35 minut. Z důvodu dvou upínání je přípravný čas na obě tyto operace 50 minut.

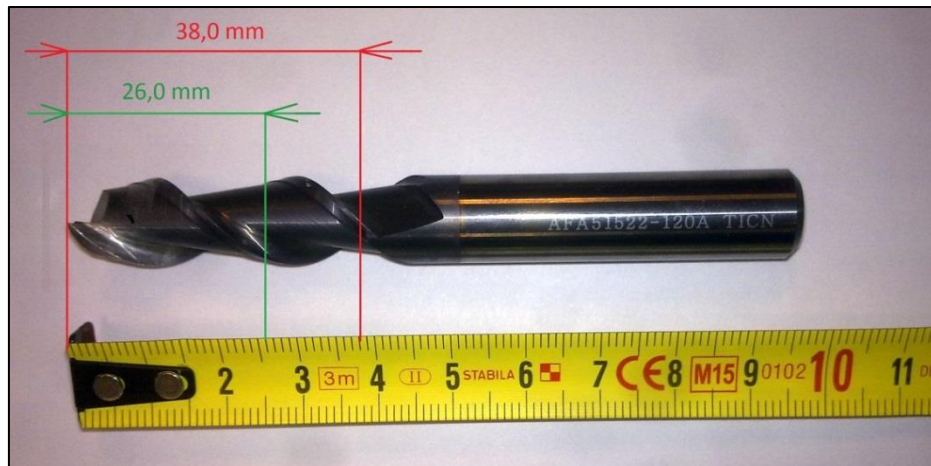
Pro obrobení šikmých a tvarových ploch na tříosých frézách je nutné při obrábění používat funkci řádkování. Při této operaci na sebe navazují dráhy nástroje tak, aby vznikla šikmá plocha. Stejná funkce, pouze s jinými parametry, je použita při dokončování povrchu. Zde musí být použita kulová fréza. Z důvodu velkého počtu drah nástroje roste celková doba obrábění až několikanásobně. Větší počet drah nástroje vyžaduje také větší množství nájezdů a přejezdů nástroje. Tento způsob obrábění se projeví i na výsledné kvalitě povrchu a finálních rozměrech. Jelikož jsou na dílech navrženy pouze obecné rozměrové i geometrické tolerance je možné vyrobít díly dle výkresu za použití řádkování. Pokud by byla potřeba součástí vyrobit dle přesnějších tolerancí, nebylo by možné používat současné vybavení. Proto bude v další části práce uvažována výroba šikmých ploch na pětiosé frézce.

OPERATION INFO		10 - Hrubování ploch řádkováním	
CYCLE TIME:	0 HODIN, 59 MINUT, 41 SEKUND		
COMMENT:			
PROGRAM NUMBER:	1002		
SPINDLE SPEED:	7500 ot./min		
FEEDRATE:	1150.0 mm/min		
CLEARANCE PLANE:	50.0		
RETRACT PLANE:	27.0		
FEED PLANE:	25.0		
DEPTH:	NA		
STOCK TO LEAVE:	0.5		
COMP TO TIP:	ANO		
WORK OFFSET:	0		
			
TOOL INFO		Valcova celní Pr. 12	
TYPE:	Válcová		
NUMBER:	9		
DIAMETER:	12.0		
CORNER RADIUS:	0.0		
LENGTH OFFSET:	9		
DIAMETER OFFSET:	9		
MATERIAL:	Karbíd		
NUMBER OF FLUTES:	2		
FPT: 0.076667	SFM: 282.752121		
MFG CODE:	AFA51522-120A		
ASSEMBLY:	D12 - ER32		
HOLDER:	SK 40-2/20-70 C:		
TIME:	00:59:41		
			

Obrázek 31. Program řádkování

Stejně jako po obrábění Door Framu je také nutné díl Sump ohranit, dodělat zahloubení u děr a vyříznout závit. Tyto operace nejsou součástí obrábění a probíhají na pracovišti zámečníků. Pro ohranění a kompletní dokončení dílu je spotřeba času 120 minut. Tyto operace by bylo možné radikálně zkrátit, pokud by vyvrtání děr a tvorba zahloubení bylo prováděno při automatickém chodu CNC stroje. Strojní výroba děr a zahloubení by trvala v řádech několika desítek vteřin. Transport dílu na jiné pracoviště, následné upínání a příprava nástrojů lze považovat za ztrátový čas. Výsledná práce zámečníků je méně přesná v porovnání s použitím CNC stroje. Po kompletním strojním obrobení dílu Sump, by stačilo součásti pouze ohranit. Časová spotřeba pro tuto operaci by byla v řádech několika minut.

Pro obrábění dílu Sump jsou používány stejně nástroje jako pro Door Frame. Výhodou je, že se jedná o běžně používaný nástroj. Tomu odpovídá i jeho cena a dostupnost. Další výhodou je možnost použití nástrojů na všech typech strojů. Pokud dojde k poškození nebo otupení nástroje, je možné použít jakýkoliv jiný nástroj z katalogu. Nevýhodou této univerzálnosti je, že nástroj není optimální pro obrábění dílu Sump. Pokud by měl být zvolen optimální nástroj při zachování vlastností a ceny, byl by postačující nástroj s délkou řezné hrany 26 mm. Kratší nástroj by byl méně mechanicky namáhaný zejména na ohyb a obrábění by bylo rozměrově přesnější. Lepší by byla i výsledná drsnost povrchu.



Obrázek 32. Nástroj pro Sump

3.11 Soupis oprav pro současné frézky

S ohledem na stáří CNC strojů, náročný způsob provozu a opotřebení jednotlivých komponentů bylo nutné do strojů investovat finanční prostředky. Část financí byla vložena do oprav v důsledku poruch a nákupu náhradních dílů. Další investice byly nutné k zajištění provozu strojů. Jedná se o běžnou údržbu, výměnu provozních kapalin, nákup a ostření nástrojů. Další investice byly potřeba pro inovaci strojů. Mezi tyto investice patří nový program Mastercam a také nové standardy pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Do skupiny těchto investic patří zejména osazení a údržba koncových spínačů. Tato úprava vyžadovala zásah do softwaru strojů a jejich odstávku na několik týdnů. Dalším závažným problémem bylo poškození motoru u stroje VF2. Závada byla vyhodnocena jako neopravitelná a bylo potřeba udělat generální opravu celého motoru. Vzhledem ke stáří všech komponentů bylo obtížné sehnat potřebné náhradní díly. Jejich dodání bylo velmi časově náročné. Náklady na tuto opravu tvoří převážnou část investic. U stroje VF4 nastal problém s chlazením a pohonem vřetene. Následovala generální oprava, která vyžadovala dlouhodobé vyřazení stroje z provozu. Po vyřízení opravy a uvedení stroje do provozu se vyskytl problém se zásobníkem nástrojů. Stroj sice mohl pracovat, ale nástroje mohly být osazeny pouze na některých pozicích zásobníku. To vyžadovalo zvýšenou pozornost obsluhy stroje a omezení výroby.

Jediným strojem, který zatím funguje bez větších problémů je VF0. Jistě není náhodou, že tento stroj je ze všech nejnovější. S vysokou pravděpodobností lze predikovat, že v dohledné době dojde k poruše, která bude vyžadovat generální opravu. Při provozu takto starého stroje je vždy určitá možnost poruchy a neplánovaného vyřazení stroje z provozu, stejně jako se stalo v případech zbývajících strojů.

Investice do CNC frézek byly vyhodnoceny pro jednotlivé stroje zpětně od začátku roku 2015, kdy byl zprovozněn ERP systém. Samostatnou položkou je vyhodnocení investic pro celé výrobní středisko CNC strojů. Zde jsou započteny investice, u kterých nelze přesně určit, pro které stroje byly určeny. Jedná se například o nákup nových pracovních stolů, nákup ochranných pracovních pomůcek nebo nákup a kalibrace nových měřidel. V systému jsou uloženy veškerá data týkající se oprav, včetně celkových částek a jmen společností, které se touto opravou zabývaly. Náklady vložené do inovací, oprav a údržby nelze vnímat jako konečnou částku. Společnost trávila peníze po celou dobu odstávky stroje, neboť potřebné díly bylo nutné poptat u externích dodavatelů. V důsledku těchto komplikací docházelo k posunutí důležitých obchodních termínů. Proto celkovou částku způsobenou odstávkami strojů nelze přesně a jednoduše vyčíslit.

Investice do oprav v letech 2015 - 2018 [Kč]				
	VF0	VF2	VF4	Středisko CNC
Inovace	29 600	148 401	21 030	216 795
Opravy	100 929	366 882	343 116	10 957
Údržba	7 980	25 579	0	66 514
Celkem	138 509	540 862	364 146	294 266
Suma				
1 337 783 Kč				

Tabulka 10. Investice do stávajících strojů

3.12 Posouzení současných strojů

Provoz současných, zastaralých a poruchových strojů přináší mnoho nevýhod, které již byly zmíněny. Stroje nejsou výkonné, obrábění je časově náročné a vlivem opotřebení mají pohybové mechanismy vůle. Ty začínají být limitující pro přesné obrábění tvarově složitých součástí. Těžko se u současných strojů hledají argumenty pro jejich dlouhodobé udržení v provozu. S ohledem na konkrétní pracoviště a jednotlivé typy výrobků, není situace tak jednoznačná. Pro obrábění tvarových ploch na profilech, kde není velký úběr materiálu, jsou současné stroje dostačující. Na většině obráběných součástí jsou obecné tolerance dle normy ISO. Tyto výrobní tolerance jsou dosažitelné i se současným vybavením. Mezi další výhodou, zejména při provozu a údržbě strojů, patří celková jednoduchost konstrukce i příslušenství. Pokud jsou k dispozici kompatibilní náhradní díly, je zručný mechanik schopný většinu závad opravit bez nutnosti objednání oficiálního servisu. S ohledem na dlouhodobé používání strojů a odladění výroby typických představitelů vznikaly postupem času různé přípravy a nástroje, díky kterým je výroba jednodušší. S tím souvisí i tvorba CNC programů. Jednotlivé programy často obsahují podobné či stejné řádky. S nákupem nových strojů bude potřeba upravit většinu programů. Základní změny budou dány parametry obrábění, ale také změnou samotného stylu programování. To vyžaduje zvýšené požadavky na programátora a souvisí s jeho časovým využitím. Současně s nákupem nových strojů bude potřeba zhotovit nové přípravy, které budou použitelné na konkrétním stroji. Na nových strojích bude potřeba zajistit systém upínání obrobků a to v podobě vakuového stolu. Vzhledem k odlišným rozměrům pracovního prostoru nebude výhodné používat stávající desku. Nákup nového příslušenství bude vyžadovat finanční prostředky, které zvýší konečnou cenu nového stroje. Ze současného vybavení mohou být použité alespoň řezné nástroje. Proto je z pohledu fixních nákladů současná výroba relativně výhodná. Stále však platí, že variabilní náklady na výrobu konkrétního kusu jsou vysoké a to z důvodu dlouhé doby obrábění, spotřeby elektrické energie a hrozby nedodržení časových termínů.

3.13 SWOT analýza

Jedná se o nástroj, který slouží k posouzení silných a slabých stránek podniku nebo konkrétního výrobního úseku. Název SWOT analýza vznikl z počátečních písmen anglických slov Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats. Analýza má dvě úrovně. V první části se posuzují silné a slabé stránky aktuálního systému. Druhou úroveň analýzy je odhad, jak se může stávající situace v blízké době vyvinout. Jedná se o posouzení příležitostí, kterých lze reálně dosáhnout. Důležitou částí je odhadnutí potenciální hrozeb. Ty lze obtížně predikovat či plánovat, ale je nutné o nich vědět a počítat s jejichmi důsledky. Lze očekávat, že mohou nastat, pokud nedojde k nápravě slabých stránek. [13]

SWOT analýza byla provedena v souvislosti se současným, zastaralým, strojním parkem a možností jeho modernizace. Současně byly posouzeny hrozby, kterým bude společnost čelit, pokud nedojde k vhodným opatřením.

	<p style="text-align: center;">POMOCNÉ (k dosažení cíle)</p>	<p style="text-align: center;">ŠKODLIVÉ (k dosažení cíle)</p>
<p>VNITŘNÍ (atributy organizace)</p>	<p style="text-align: center;">STRENGTHS (silné stránky)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finančně odepsané stroje • Univerzálnost • Jednoduchost 	<p style="text-align: center;">WEAKNESSES (slabé stránky)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nízká produktivita výroby • Dodržení tolerancí • Starý software • Zvyšování nákladů na údržbu
<p>VNĚJŠÍ (atributy prostředí)</p>	<p style="text-align: center;">OPPORTUNITIES (příležitosti)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modernizace stávajících strojů • Zvýšení technologické úrovně obrábění 	<p style="text-align: center;">THREATS (hrozby)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Odstávka stroje • Vliv konkurence • Ztráta zákazníka

Obrázek 33. SWOT analýza [13]

4. Návrh nového systému včetně kapacitních výpočtů

4.1 Návrh nových strojů

Pro výrobu aktuálního sortimentu dílů byla uvažována investice do tříosé a pětiosé CNC frézky. Ty by měly být schopny obrábět díly do velikosti 600 mm v osách X a Y. Pro poptání obráběcích strojů byla vybrána společnost Kovošvit MAS a.s.. Společnost je díky 80-ti letým zkušenostem v oblasti obrábění lídrem ve výrobě multifunkčních obráběcích strojů v České republice. Vizí společnosti je orientovat se na potřeby konkrétního zákazníka. Proto jsou stroje variabilní a společnost zajišťuje kompletní poprodejní servis i návrh technologie a řízení výroby.

Pro tříosé frézování, zejména dílů Door Frame, bylo navrženo frézovací a vrtací centrum s interním označením MCV 750 Speed. Tento stroj je prioritně určen pro přesné a rychlé obrábění tvarových povrchů, vrtání, vyvrtávání a řezání závitů. Stroj je řízen systémem Heidenhain TNC 640 s pohybem v osách X, Y, Z. Stroj je konstruován pro práci v běžném prostředí typickém pro výrobní závody. Součástí dodávky stroje je i základní zprovoznění a školení pro operátory. Základním požadavkem na výrobní dispozici je přívod vody, elektrické energie a tlakového vzduchu. Stroj je vybaven funkcí automatické výměny nástrojů, kdy do zásobníku je možné umístit až 24 nástrojů. Jako volitelné příslušenství nabízí výrobce upínací systémy, jako sklíčidla, otočné stoly a další přípravky. Dále pak přidavné osvětlení,

diagnostiku stroje, nástrojové sondy případně i softwarové doplňky. Vše je v rámci katalogu a volitelného příslušenství. Konkrétní příslušenství je součástí cenové nabídky stroje, která se nachází v příloze této práce. [11]



Obrázek 34. CNC frézka MCV 750 Speed [12]

MCV 750 SPEED	
Rok výroby	2018
Maximální otáčky vřetene [ot/min]	12 000
Pojezd v osách x/y/z [mm]	750/500/500
Výkon motoru [kW]	32
Velikost [mm]	4 170/3 070
Hmotnost [kg]	5 350

Tabulka 11. Parametry stroje MCV 750 Speed [12]



Obrázek 35. CNC frézka MCV 1 000 5AX [12]

MCV 1 000 SPEED 5AX	
Rok výroby	2018
Maximální otáčky vřetene [ot/min]	12 000
Pojezd v osách x/y/z [mm]	880/590/520
Výkon motoru [kW]	32
Velikost [mm]	5 290/3 665
Hmotnost [kg]	13 000

Tabulka 12. Parametry stroje MCV 1 000 Speed 5AX [12]

Pro pětiosé frézování charakterizované díly typu Sump bylo navrženo frézovací a vrtací centrum MCV 1000 Speed 5AX. To je určené pro přesné obrábění tvarově složitých tvarů a to v pěti osách. Umožňuje frézování obrobků z pěti stran, vrtání, vyvrtávání a řezání závitů. Pohyb obrobku je možný v osách X, Y, Z, A, C. Stroj je řízený systémem Heidenhain TCN 640. Stejně jako v případě tříosé frézky nabízí společnost Kovosvit MAS řadu příslušenství a doplňků, které vycházejí z možností stroje a aktuálního katalogu výrobce. Seznam zvoleného příslušenství, které je nezbytné pro provoz stroje v konkrétních podmínkách, je uveden v předběžné cenové kalkulaci. Ta se nachází v příloze této práce.

[11]

Součástí nabídky strojů byly i časové studie pro zvolené, charakteristické výrobky. Kompletní studie se nachází v příloze této práce. Pro základní výpočty a kapacitní odhady postačí výsledný čas obrábění součástí.

4.2 Časové studie

Stroj	Door Frame		Sump	
	Výrobní čas t_{AC} [min]	Přípravný čas t_{BC} [min]	Výrobní čas t_{AC} [min]	Přípravný čas t_{BC} [min]
Haas	109	115	1 180	110
MCV 750	47,5	45	620	85
MCV 1000	47,5	45	164	50

Tabulka 13. Časové studie

V tabulce jsou uvedeny přípravné (dávkové) časy t_{BC} a jednotkové výrobní časy t_{AC} potřebné pro výrobu zvolené součásti na konkrétním stroji. Dávkový čas t_{BC} zahrnuje nalezení a nastavení CNC programu, kontrolu a prostudování pracovních podkladů, kontrolu aktuální revize dílu a nahrání dat do CNC stroje. Dále přípravu a vizuální kontrolu nástrojů dle seřizovacího listu. Součástí je také kontrola měřidel a upínacího zařízení. Do dávkového času se také započítává kontrola prvního kusu a po ukončení práce na výrobní dávce uvedení stroje do původního stavu a odevzdání náradí.

Do výrobního (jednotkového) času t_{AC} patří spotřeba času na kompletní výrobu jednoho kusu. V tom je zahrnut čas na upínání a přeupínání součástí a také čas automatického běhu CNC stroje. Součástí automatického běhu stroje je čas, kdy je nástroj v řezu, tj. dochází k obrábění. Dále nájezdy a výjezdy nástroje z řezu a automatická výměna nástrojů. Součástí kusového času jsou také nepravidelné časy související s provozem stroje jako je výměna otupených nástrojů. Z pohledu operátora je možné započítat také čas na obsluhu stroje a aktivní dohled nad prováděnou činností. Dále také kontrolní měření předcházejícího kusu a

další činnosti, které mohou být prováděny při automatickém chodu stroje. Mohou být také zahrnuty časy na oddech a osobní potřeby operátorů.

Rozdíly dávkových časů t_{BC} na jednotlivých strojích jsou dány především zastaralým softwarem a hardwarem, který neumožňuje rychlé nahrávání programů a spuštění simulace obrábění. Dalším omezením je časově náročná příprava a zaměření univerzálních nástrojů. Zdlouhavou operací je také příprava upínacích zařízení. Na současných strojích je upínání vyřešeno pomocí vakuového stolu a upínek, případně použití a ustavení svěráku. Na nových strojích bude upínání dílů řešeno pomocí přípravků. Ustavení přípravků je také časově náročné, ale s ohledem na velký počet vyráběných kusů dojde k výrazné úspoře kusových časů.

Rozdíl jednotkových časů t_{AC} na jednotlivých strojích je dán zejména výkonem strojů a maximálními otáčkami vřetena. Dále pak rozdílným způsobem upínání, kdy na nových strojích budou nasazeny přípravky. Ty sníží potřebu přepínání polotovaru mezi obráběním jednotlivých ploch. U dílu Door Frame byl snížen počet přepínání ze stávajících čtyř na dvě. U dílu Sump se díky nasazení přípravků sníží počet přepínání ze tří na jedno přepnutí. Rozdíl mezi současným kusovým časem a časem nově navrženým je dán konstrukcí a výrobní technologií nových strojů. Velkým přínosem a časovou úsporou je převedení kusové výroby na sériovou. Díky nastavení skupinové výrobní technologie budou optimalizovány dráhy nájezdů a výjezdů nástrojů z řezu a díky tomu bude ušetřen čas při automatickém běhu stroje.

Nasazením optimálních nástrojů při obrábění, použitím nových strojů a zvolením skupinové výrobní technologie lze v porovnání se současným způsobem výroby ušetřit velké množství jednotkového i dávkového času. Procentuální vyčíslení úspory času na konkrétních dílech je uvedeno v následující tabulce.

Díl	Úspora t_{AC} [%]	Úspora t_{BC} [%]
Door Frame	56,4	60,9
Sump	86,1	54,5

Tabulka 14. Porovnání časů

4.3 Spotřeba dílů

Pro navržení celkového počtu výrobních strojů, pracovníků a úpravu stávající dispozice je nutné znát celkový objem součástí, které je třeba vyrobit. Pro provedení kapacitních výpočtů bylo nutné vyčíslit, jaká je spotřeba jednotlivých dílů v průběhu celého kalendářního roku. Prvním krokem bylo definovat, jaké díly budou vybrány pro vypočítání potřebné kapacity. Nejprve bylo potřeba definovat, jaké díly budou vyráběny. V předchozích kapitolách byly vybrány díly s názvem Door Frame a Sump v různých modifikacích. Základním parametrem, podle kterého byly díly následně filtrovány, jsou vnější rozměry dílů. S ohledem na poptávku dílů a současnou velikost strojů byly vybrány takové díly, jejichž největší rozměry v osách x a y jsou menší než 600 mm. Údaje o velikosti jednotlivých dílů se stejným názvem byly zjištěny z výkresů jednotlivých součástí.

Nejjednodušším způsobem jak vyčíslit celkový počet potřebných dílů bylo vycházet z provedených skladových transakcí. Pro určení spotřeby součástí byl uvažován pouze výdej dílů ze skladu na montážní pracoviště. Příjem dílu do skladu, případně reklamace neshodných dílů nebyly pro výpočet uvažovány. Dalším nastaveným kritériem jak získat roční spotřebu

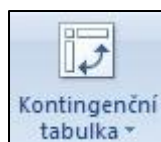
dílů bylo určení skladu, ze kterého byly díly vydávány. Pro sklad shodných dílů je ve společnosti používáno označení PZN100.

Dalším důležitým údajem byl datum výdeje dílu ze skladu PZN100. Rozhodující jsou data v průběhu celého roku 2018. Všechny tyto údaje byly získány z podnikového ERP systému. Za použití funkce exportu byl vytvořen soubor dat, který tvoří základ pro určení množství spotřeby dílů v roce 2018.

Označení dílu	Sklad	Množství	Datum transakce	Typ transakce	Měsíc
215560-147	PZN100	16,0000	13-6-2018	Issue	červen
215560-73	PZN100	2,0000	10-1-2018	Issue	leden
215560-73	PZN100	2,0000	13-2-2018	Issue	únor
215560-73	PZN100	2,0000	8-3-2018	Issue	březen
215560-73	PZN100	2,0000	29-5-2018	Issue	květen
215561-147	PZN100	16,0000	19-2-2018	Issue	únor
215561-147	PZN100	9,0000	19-3-2018	Issue	březen
215561-233	PZN100	2,0000	6-2-2018	Issue	únor
215561-233	PZN100	5,0000	20-2-2018	Issue	únor
215561-233	PZN100	7,0000	26-6-2018	Issue	červen
215561-3	PZN100	2,0000	26-6-2018	Issue	červen
225511-1193	PZN100	5,0000	13-6-2018	Issue	červen
225511-153	PZN100	2,0000	2-5-2018	Issue	květen
225511-253	PZN100	2,0000	2-1-2018	Issue	leden
225511-253	PZN100	2,0000	30-1-2018	Issue	leden
225511-253	PZN100	2,0000	23-2-2018	Issue	únor
225511-253	PZN100	2,0000	6-3-2018	Issue	březen
225511-253	PZN100	2,0000	3-4-2018	Issue	duben
225511-253	PZN100	2,0000	18-5-2018	Issue	květen
243506-253	PZN100	7,0000	9-2-2018	Issue	únor
243506-253	PZN100	8,0000	15-2-2018	Issue	únor
243506-253	PZN100	2,0000	1-3-2018	Issue	březen
243506-253	PZN100	7,0000	2-3-2018	Issue	březen
243506-265	PZN100	2,0000	3-1-2018	Issue	leden
243506-265	PZN100	2,0000	8-1-2018	Issue	leden
243506-267	PZN100	2,0000	8-1-2018	Issue	leden
243506-269	PZN100	2,0000	8-1-2018	Issue	leden
243506-45	PZN100	10,0000	15-1-2018	Issue	leden
243506-45	PZN100	10,0000	19-1-2018	Issue	leden
243506-45	PZN100	10,0000	26-1-2018	Issue	leden

Obrázek 36. Filtrování dat

Pro lepší práci s daty byl použit program MS Excel. Po vykopírování všech požadovaných informací z ERP systému bylo získáno 3 392 řádků s odpovídajícím názvem dílu a specifickým datem výdeje dílu ze skladu. Aby bylo možné tyto data vyhodnotit, byla použita funkce Kontingenční tabulka.



Obrázek 37. Funkce Kontingenční tabulka

Použití této funkce vyžaduje mít uspořádané hodnoty dle požadovaného třídění. Následuje označení oblasti dat, ze kterých bude následně tabulka vytvořena. Zvolením funkce Kontingenční tabulka se zobrazí nabídka na vytvoření tabulky. Zde je možné upravit zdrojová data, zvolit možnosti zobrazení a umístění výsledné tabulky.

Označení díl	Sklad	Množs	Datum trž	Typ trans	Měsíc
215560-147	PZN100	16,0000	13-6-2018	Issue	červen
215560-153	PZN100	1,0000	5-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	8-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	2,0000	9-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	9-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	11-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	16-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	16-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	16-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	18-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	18-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	24-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	26-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	29-1-2018	Issue	leden
215560-153	PZN100	1,0000	2-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	6-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	6-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	14-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	19-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	20-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	21-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	21-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	26-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	27-2-2018	Issue	únor
215560-153	PZN100	1,0000	1-3-2018	Issue	březen
215560-153	PZN100	1,0000	1-3-2018	Issue	březen
215560-153	PZN100	1,0000	5-3-2018	Issue	březen

Vytvořit kontingenční tabulku

Zvolte data, která chcete analyzovat:

Vybrat tabulku či oblast
 Tabulka/oblast:

Použít zdroj externích dat

 Název připojení:

Zvolte umístění kontingenční tabulky:

Nový list
 Existující list
 Umístění:

Obrázek 38. Tvorba Kontingenční tabulky

Funkce kontingenční tabulka umožňuje rychlé a přehledné filtrování a zobrazování potřebných údajů ze seznamu dílů. Po zvolení příslušného pole dojde k vypsání požadovaných parametrů. Výhodou tabulky je, že lze najednou zobrazit a porovnat více parametrů ze seznamu dílů. Současně dojde k sečtení počtu dílů za požadované období. Takto lze vytvořit statistiku výdeje dílů ze skladu pro libovolné časové období.

Na základě dat získaných z ERP systému společnosti vznikly dvě kontingenční tabulky. Jedna zobrazuje výdej dílů typu Door Frame ze skladu shodných dílů, druhá zobrazuje díly typu Sump. Obě tabulky vznikly na základě předem definovaných parametrů, které byly popsány v předchozích kapitolách.

Seznam polí kontingenční tabulky

Zvolte pole, které chcete přidat do sestavy:

- Označení dílu
- Sklad
- Množství
- Datum transakce
- Typ transakce
- Měsíc

Přetáhnout pole mezi následujícími oblastmi:

Filtr sestavy Popisky sloupců

Popisky řádků Σ Hodnoty

Označení dílu Součet z Mno...

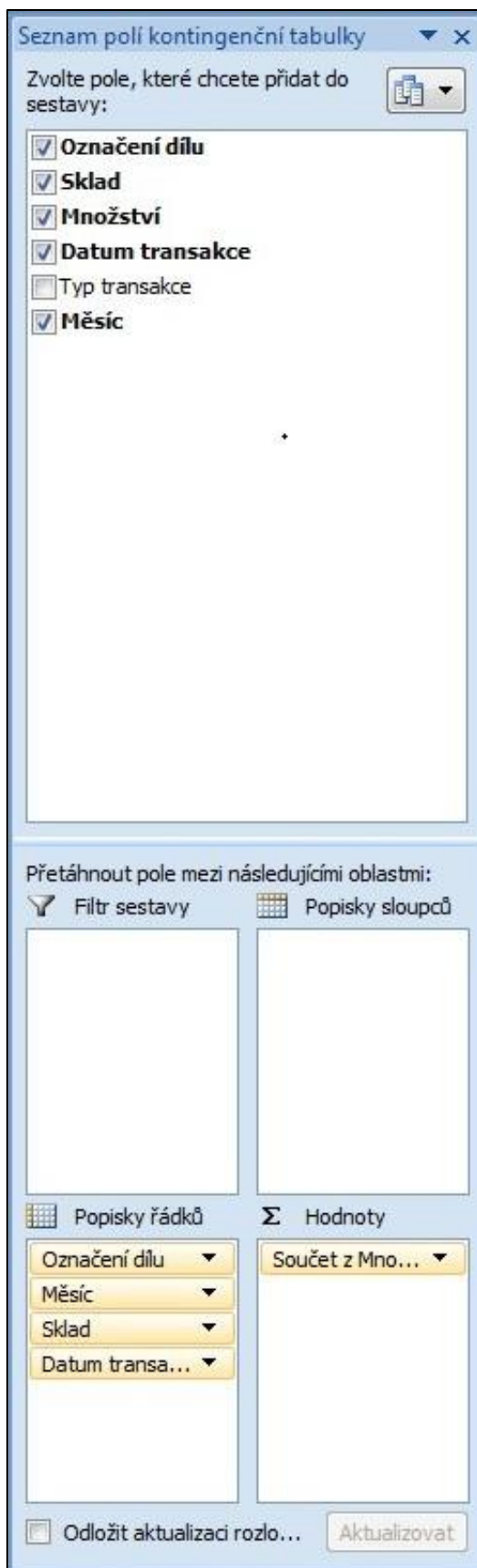
Měsíc

Odložit aktualizaci rozlo... Aktualizovat

Obrázek 39. Kontingenční tabulka - filtr

Popisky řádků	Součet z Množství
215560-147	16
červen	16
215560-153	47
leden	14
únor	10
březen	12
duben	5
květen	3
červen	3
215560-163	6
leden	2
květen	4
215560-5	5
únor	1
březen	1
duben	1
květen	1
červen	1
215560-73	17
leden	6
únor	2
březen	2
duben	2
květen	5
215561-145	7
únor	1
březen	2
květen	2
červen	2
215561-147	101
leden	17
únor	25
březen	28
duben	15

Obrázek 40. Kontingenční tabulka



Obrázek 41. Kontingenční tabulka - filtr

Popisky řádků	Součet z Množství
215560-147	16
červen	16
PZN100	16
13-6-2018	16
215560-153	47
leden	14
PZN100	14
5-1-2018	1
8-1-2018	1
9-1-2018	3
11-1-2018	1
16-1-2018	3
18-1-2018	2
24-1-2018	1
26-1-2018	1
29-1-2018	1
únor	10
PZN100	10
2-2-2018	1
6-2-2018	2
14-2-2018	1
19-2-2018	1
20-2-2018	1
21-2-2018	2
26-2-2018	1
27-2-2018	1
březen	12
PZN100	12
1-3-2018	2
5-3-2018	1
6-3-2018	1
13-3-2018	1
14-3-2018	3

Obrázek 42. Kontingenční tabulka

Pro potřebu kapacitních výpočtů je nejdůležitější celkový počet vydaných dílů za celý rok 2018. Za účelem lepší přehlednosti a určení průměrného množství dílů byl kalendářní rok rozdělen na jednotlivé měsíce. Pro zobrazení těchto hodnot je postačující v seznamu kontingenční tabulky zvolit celkové množství dílů za jednotlivé měsíce.

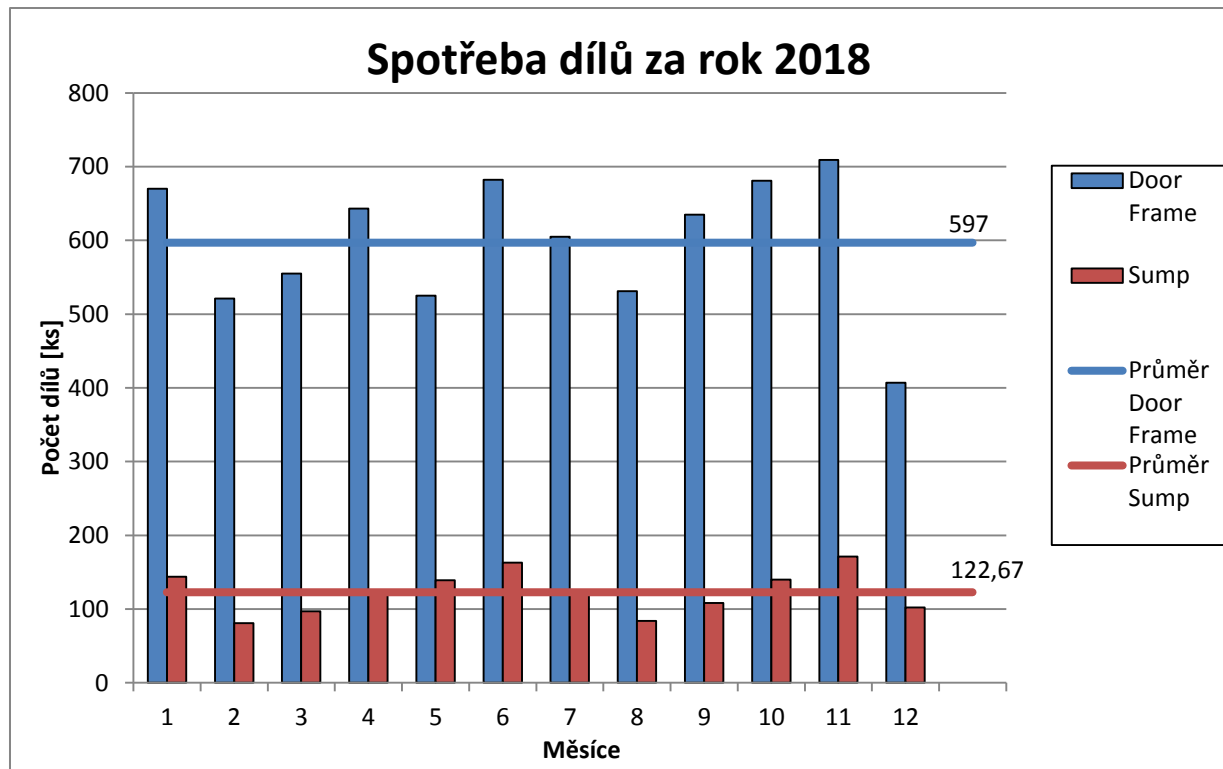
Row Labels	Sum of Unit)
leden	814
únor	602
březen	652
duben	763
květen	664
červen	845
Grand Total	4340
červenec	728
srpen	615
září	743
říjen	821
listopad	880
prosinec	509
Grand Total	4296

Obrázek 43. Celkový počet dílů

Z přehledu je zřejmé, že potřebné množství dílů není během jednotlivých měsíců konstantní. Počet se liší dle ročního období a dle požadavků leteckých společností. Největší poptávka kuchyněk a tedy i jednotlivých dílů je na jaře a na podzim. V tomto období jsou do provozu uváděna nová letadla a současně jsou opravovány stávající stroje. Je to z důvodu zvýšeného leteckého provozu v letních měsících a z toho vyplývajícího opotřebením všech součástí letadla. Aby byly odstraněny vlivy ročního období, letních dovolených a Vánočních svátků jsou kapacitní výpočty prováděny vždy na celý kalendářní rok. V době, kdy je velká poptávka, musí být dodávka dílů zajištěna ze skladových zásob nebo za pomoci externích dodavatelů. Tento vývoj je zobrazen v následujícím přehledu a grafu.

Měsíce v roce 2018													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
Door Frame	670	521	555	643	525	682	605	531	635	681	709	407	7 164
Sump	144	81	97	120	139	163	123	84	108	140	171	102	1 472
Suma	814	602	652	763	664	845	728	615	743	821	880	509	8 636

Tabulka 15. Počet dílů za jednotlivé měsíce



Obrázek 44. Graf spotřeby dílů v roce 2018

Po součtu jednotlivých měsíců vychází roční spotřeba dílů Door Frame na 7 164 kusů a dílu Sump 1 472 kusů. Za kalendářní rok 2018 byla spotřeba těchto dvou typických dílů 8 636 kusů. Jako průměrná hodnota spotřeby jednotlivých dílů na měsíc vyšla hodnota 597 Door Framů a 122,67 Sumpů. Pokud bude s ohledem na výrobní kapacitu možné každý měsíc vyrobit právě toto množství dílů, bude možné pokrýt celou roční spotřebu dílů. Následné kapacitní výpočty budou vycházet právě z těchto hodnot.

4.4 Kapacitní výpočty

Výpočet minimální dávky k_{min}

$$k_{min} = \frac{t_{BC}}{P_P \cdot t_{AC}} \quad [ks]$$

kde:

t_{AC} - norma času jednotkového [min]

t_{BC} - norma času dávkového [min]

P_P - maximální přípustný podíl časů [-]

Počet dávek vyrobených za rok D

$$D = \frac{K}{k}$$

kde:

K - roční objem výroby [ks]

k - počet kusů v dávce [ks]

Hodiny normativní H_n

$$H_n = \frac{(t_{BC} + k \cdot t_{AC}) \cdot D}{60} \quad \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

kde:

t_{AC} - norma času jednotkového [min]

t_{BC} - norma času dávkového [min]

D - počet dávek vyrobených za rok [-]

k - počet kusů v dávce [-]

Hodiny efektivní H_{efs}

$$H_{efs} = \frac{H_n}{k_{pn}} \cdot \left(1 + \frac{z}{100} \right) \quad [hod]$$

kde:

k_{pn} - koeficient plnění norem (s ohledem na nové stroje a časové studie zvoleno 100%)

z - procento zmetků (zvoleno 3%)

Teoretický počet pracovišť P_{st}

$$P_{st} = \frac{H_{efs}}{E_s} \quad [-]$$

kde:

H_{efs} - efektivní hodiny strojních pracovišť

E_s - časový využitelný fond stroje

Využitelný časový fond stroje

$$E_s = (d_p - d_{op} - d_{on}) \cdot H \quad [-]$$

kde:

H - počet pracovních hodin jednoho pracovního dne (pro třisměnný provoz 24 hodin)

d_p - počet pracovních dní v roce (251 dní)

d_{op} - počet dní na plánované opravy a údržbu

d_{on} - počet dní na neplánované opravy (poruchy)

Teoretický počet strojů R_t

$$R_t = a \cdot P_{st}$$

kde:

a - počet obsluhovaných strojů jedním pracovníkem (1 stroj = 1 pracovník)

Využití strojů η_s

$$\eta_s = \frac{R_t}{R}$$

kde:

R - skutečný počet strojů (zaokrouhлено na celé číslo dle R_t)

Počet dělníků

$$R = 3 \cdot D_v$$

kde:

D_v - počet výrobních dělníků

[1]

S ohledem na efektivní využití CNC strojů pracujících v automatickém režimu je na strojích nastaven třísměnný provoz. Pro každý stroj budou potřeba 3 výrobní dělníci, pracující v 7,5 hodinových směnách.

4.4.1 Kapacitní výpočty pro díl Door Frame, použití stroje MCV 750 SPEED

Výpočet minimální dávky k_{min}

$$k_{min} = \frac{45}{0,05 \cdot 47,5} = 18,95 \text{ ks} \Rightarrow \text{zvoleno } 20 \text{ ks}$$

P_P - zvoleno 0,05 s ohledem na sériovost výroby

Počet dávek vyrobených za rok D

$$D = \frac{7\,164}{20} = 358,2 \frac{\text{ks}}{\text{rok}}$$

Hodiny normativní H_n

$$H_n = \frac{(45 + 20 \cdot 47,5) \cdot 358,2}{60} = 5\,940,15 \frac{\text{Nh}}{\text{rok}}$$

Hodiny efektivní H_{ef}

$$H_{ef} = \frac{5\,940,15}{1} \cdot \left(1 + \frac{0,03}{100}\right) = 5\,941,93 \text{ hod}$$

Teoretický počet pracovišť P_{st}

$$P_{st} = \frac{5\,664}{5\,941,93} = 0,95 \quad [-]$$

Využitelný časový fond stroje E_s

$$E_s = (251 - 10 - 5) \cdot 24 = 5\,664 \quad [-]$$

Teoretický počet strojů R_t

$$R_t = 1 \cdot 0,95 = 0,95 \Rightarrow \text{zvolen } 1 \text{ stroj}$$

Využití strojů η_s

$$\eta_s = \frac{0,95}{1} = 0,95$$

Počet dělníků D_v

$$D_v = 3$$

4.4.2 Kapacitní výpočty pro díl Sump, použití stroje MCV 1 000 SPEED 5AX

Výpočet minimální dávky k_{min}

$$k_{min} = \frac{50}{0,05 \cdot 164} = 6,10 \text{ ks} \Rightarrow \text{zvoleno } 7 \text{ ks}$$

P_p - zvoleno 0,05 s ohledem na sériovost výroby

Počet dávek vyrobených za rok D

$$D = \frac{1\,472}{7} = 210,29 \text{ dávek}$$

Hodiny normativní H_n

$$H_n = \frac{(50 + 8 \cdot 160) \cdot 210,29}{60} = 4\,661,65 \frac{Nh}{rok}$$

k_{pn} – koeficient plnění norem (zvoleno 100%)

z – procento zmetků (zvoleno 3%)

Hodiny efektivní H_{ef}

$$H_{ef} = \frac{4\,661,65}{1} \cdot \left(1 + \frac{0,03}{100}\right) = 4\,663,01 \text{ hod}$$

Teoretický počet pracovišť P_{st}

$$P_{st} = \frac{4\,663,01}{5\,664} = 0,82$$

Využitelný časový fond stroje E_s

$$E_s = (251 - 10 - 5) \cdot 24 = 5\,664 \quad [-]$$

Teoretický počet strojů R_t

$$R_t = 1 \cdot 0,82 = 0,82 \Rightarrow \text{zvolen } 1 \text{ stroj}$$

Využití strojů η_s

$$\eta_s = \frac{0,82}{1} = 0,82$$

Počet dělníků D_v

$$D_v = 3$$

Časové studie a kapacitní výpočty jsou shrnuty v následující tabulce. Pro zajištění potřebné výrobní kapacity bude potřeba nakoupit a instalovat 1 stroj MCV 750 a 1 stroj MCV 1 000 od společnosti Kovosvit MAS. U strojů by měla být zajištěna vzájemná nahraditelnost. Výrobky určené pro MCV 750 by měly být vyrobitelné i na MVC 1 000 a naopak. V případě poruchy jednoho ze strojů, nedojde k zastavení výroby, ale pouze k jejímu omezení. Stroj MCV 1 000 bude dle výpočtů využit na 82%. Zbylá kapacita může být využita pro jiné výrobky s menším úběrem materiálu či převedení dalšího nakupovaného sortimentu na vyráběný.

Výrobek	Stroj	t_{AC}	t_{BC}	H_n	H_{ef}	P_{st}	E_s	R	η_s	D_v
Door Frame	MCV 750	47,5	45	5 940	5 942	0,95	5 664	1	0,95	3
Sump	MCV 1000	160	50	4 661	4 663	0,82	5 664	1	0,82	3

Tabulka 16. Využití strojů

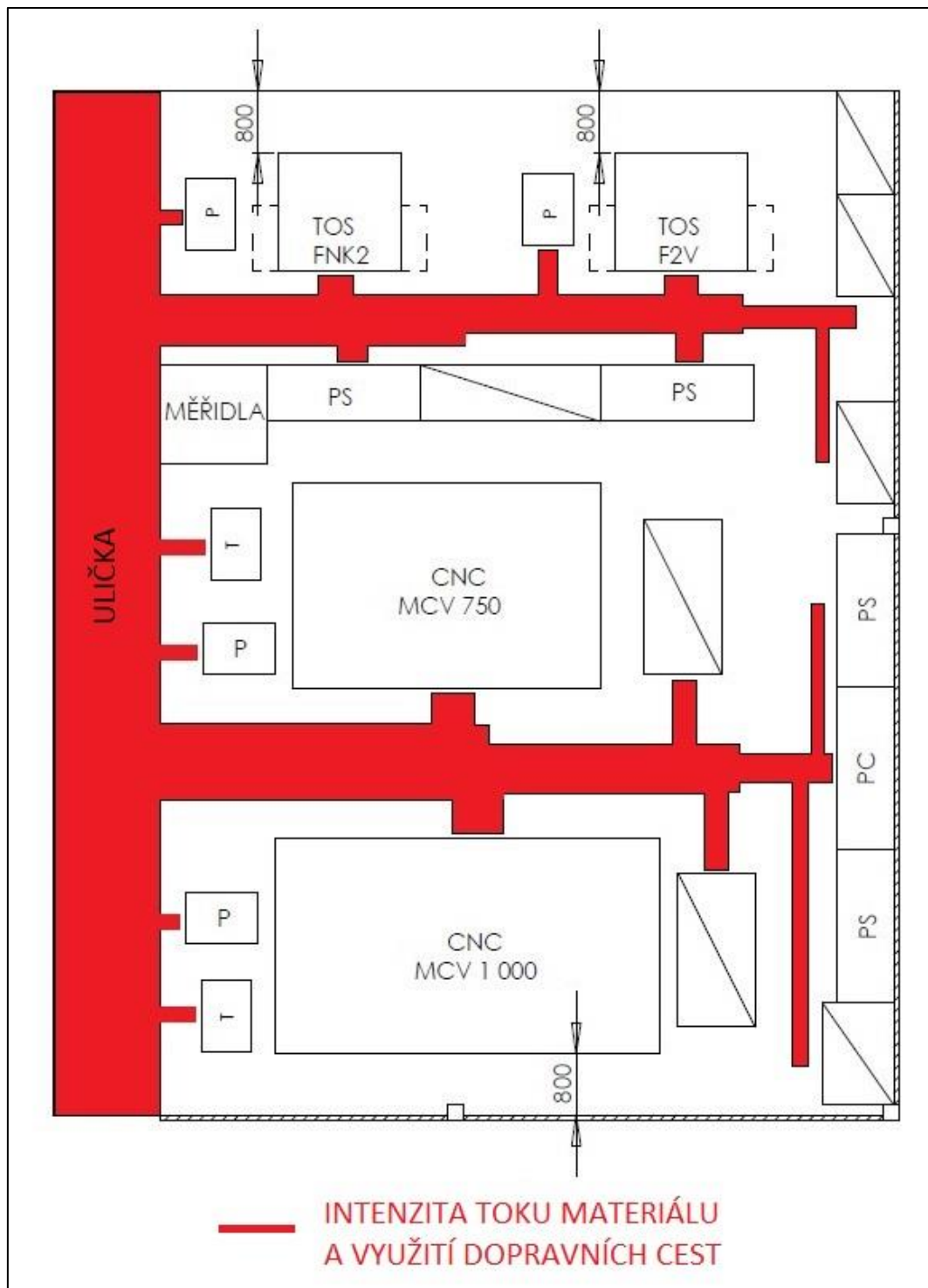
4.5 Navržené dispoziční řešení obrobny

Současný layout obrobny byl v předchozích kapitolách označen jako nevyhovující. Je to dáno nevhodným rozmístěním strojů a velkým počtem úložných prostorů. To vše v důsledku potřeby speciálního vybavení pro zajištění výroby širokého sortimentu dílů. Na základě analyzování současného výrobního sortimentu, posouzení roční spotřeby dílů, sestavení nových časových studií, návržení nových strojů a kapacitních výpočtů bude možné při zachování stejného výrobního objemu snížit počet CNC frézek.

V aktuálním layoutu jsou tři CNC frézky. V novém layoutu budou umístěny pouze dvě a to při navýšení výrobní kapacity. Nárůst výrobní kapacity je dán výkonností nových strojů. Úsporou výrobní plochy bude možné vyřešit současné problémy s dopravou materiálu a pohybem pracovníků.

Pro vyjádření očekávaného materiálového toku byl použit Sankeyův diagram. V diagramu je zakreslena budoucí dispozice obrobny. Červenou barvou je vyznačena intenzita pohybu materiálu a osob. Čím větší objem materiálu je přepravován, tím širší jsou šipky. Očekávané využívání dopravních a manipulačních cest je zobrazeno v následujícím obrázku. Z toho je zřejmé, že největší pohyb je v uličce a postupně k jednotlivým strojům intenzita toku materiálu klesá.

Současně nová dispozice respektuje legislativní a ergonomické požadavky na výrobní provozy. Pracovní stoly operátorů a pracoviště programátora je umístěno na konci dopravní cesty. Nemůže tak dojít k blokování manipulační cesty výrobním materiálem a vzniku situací ohrožujících bezpečnost a zdraví pracovníků při práci. Současně byly přesunuty nádoby na kovový odpad a palety se surovým materiálem i hotovými výrobky. Díky tomu se zjednoduší zavážení a celková manipulace s materiálem. Poslední změnou je uspořádání regálů s příslušenstvím. Ty jsou nyní koncentrovány na jedné straně stroje a nejsou volně rozmístěny v celém prostoru kovodílny. Část výroby, ve které se nacházejí konvenční frézky, zůstala bez větších změn. Byla doplněna pouze o palety pro uskladnění rozpracované výroby. Ty jsou nyní blíže k hlavní dopravní uličce. Díky tomu se sníží zbytečné pohyby operátorů a urychlí příprava výroby. Regály s přípravky a příslušenstvím zůstaly zachovány u obvodové zdi.



Obrázek 45. Očekávaný tok materiálu v obrobně

V důsledku snížení počtu CNC strojů a operátorů bude snížen i počet regálů a pracovních stolů. Současně dojde k lepšímu rozložení tohoto příslušenství potřebného pro výrobu. Nově se u každého stroje se bude nacházet paleta pro uložení polotovarů i hotových dílů. Současně bude u strojů nádoba na uložení kovového odpadu. Ta bude umístěna s ohledem na dopravník třísek a celkovou konstrukci stroje. Prioritou nového rozložení je co nejlepší využití předem dané plochy obrobny a zajištění plynulého toku materiálu.

Nově navržená dispozice obrobny se nachází v příloze této práce.

5. Technicko-ekonomické hodnocení

Pro posouzení návratnosti investice nákupu nových strojů je zapotřebí znát cenu nových strojů a cenu základního příslušenství potřebného k jejich provozu. Dále rozdíl cen mezi nakupovanými a vyráběnými díly. Výrobní náklady při výrobě na současných strojích a výrobní náklady pro výrobu na nových strojích budou zcela odlišné. Dle kapacitních výpočtů bylo zjištěno, že pro zajištění výrobní kapacity budou potřeba pouze dva obráběcí stroje oproti současným třem. Díky snížení počtu obráběcích strojů dojde ke snížení počtu operátorů. S celkovým počtem operátorů souvisí i finanční prostředky vynaložené na jejich mzdu a další povinné odvody. Při nasazení třisměnného provozu bude potřeba pouze šest pracovníků oproti současným devíti. Dále budou ušetřeny náklady na údržbu, provoz a servis jednoho stroje. S ohledem na snížení počtu strojů dojde k úspoře výrobní plochy. Tato plocha může být využita pro rozšíření jiného výrobního střediska.

5.1 Poměr nakupovaných a vyráběných dílů

V současné době jsou potřebné díly z velké části poptávány u dodavatelských společností. Je to z důvodu malé výrobní kapacity současného strojního vybavení a dlouhých výrobních časů, které prodražují výrobu. S nasazením nových nástrojů, strojů a typové výrobní technologie dojde k úspoře výrobních nákladů.

Pro posouzení, zda díly vyrábět či nakupovat, je důležité určit současný poměr mezi vyráběnými a nakupovanými díly. Tento poměr pro zvolené díly Door Frame a Sump byl vyhodnocen dle dat v ERP systému společnosti. Data byla vyhodnocena zpětně za rok 2018. Vychází z celkové spotřeby dílů za celý rok a počtem dílů, které byly nakoupeny a vyrobeny.

Výrobek	Spotřeba dílů [ks/rok]	Vyrobeno [ks/rok]	Nakoupeno [ks/rok]	Vyrobeno [%]
Door Frame	7 164	2 302	4 862	32,13
Sump	744	222	522	29,84

Tabulka 17. Poměr vyráběných dílů

Z uvedeného přehledu je zřejmé, že za rok 2018 bylo vyrobeno 32,13 % potřebných dílů Door Frame a 29,84 % dílů Sump. Investicí do nových strojů by mohla být pokryta veškerá spotřeba těchto dílů.

5.2 Rozdíl cen dílů

Cena každého dílu závisí zejména na tom, jakou technologií byl vyroben. Celková cena dílu je dána cenou surového materiálu, strojní hodinovou sazbou pro všechny použité stroje, spotřebovaným časem během výroby, cenou za provedení povrchové úpravy a výrobní režii. Cena surového materiálu a povrchové úpravy je vždy konstantní. Neovlivní tedy náklady při porovnání výroby s využitím staré a nové technologie. Proto tyto hodnoty nebudou pro porovnání cen uvažovány.

V případě, že se jedná o nakupovaný díl, je cena dílu dána nabídkou dodavatelských společností. Z katalogu dodavatelů jsou vybráni ti, kteří jsou schopni dodat díl v dostatečné kvalitě, množství a požadovaném termínu. Často dochází ke kolizi jednotlivých požadavků a je nutné hledat kompromisy. Z dodavatelů, kteří splňují všechny podmínky, je vybrán ten, který nabízí nejvýhodnější cenu.

Pro vyhodnocení investice nákupu nového strojního zařízení je uvažována kompletní výroba všech potřebných dílů přímo ve společnosti Zodiac Galleys Europe. Dle předchozích kapacitních výpočtů je při provedení navržených změn možné snížit objem nakupovaných dílů na nulu.

5.2.1 Strojní hodinová sazba

Pro základní odhad ceny dílu je nutné vypočítat strojní hodinovou sazbu pro jednotlivé stroje. Jedná se o metodu přírážkové kalkulace, která pracuje s jednotlivými výrobními stroji. Náklady na výrobu jsou počítány pro každý stroj za určité období. Výpočet strojní hodinové sazby se provádí tak, že jsou náklady na provoz stroje za určité období vyděleny využitelným časovým fondem stroje. [6]

$$SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_v} = \left[\frac{K\check{c}}{hod} \right]$$

kde:

KA - kalkulované odpisy [Kč]

KZ - kalkulované úroky [Kč]

KR - prostorové náklady [Kč]

KE - náklady na energie [Kč]

KI - náklady na opravy [Kč]

T_v - využitelný časový fond stroje [hod]

[6]

Pro kalkulaci nákladů obrábění u stávajících finančně odepsaných strojů je nastavena strojní hodinová sazba 260,- Kč/hod. Pro nově navržené stroje je strojní hodinová sazba vypočítána dle uvedených vztahů. Hodnoty a parametry pro výpočet strojní hodinové sazby u nových strojů jsou dány předchozími výpočty a hodnotami poskytnutými dodavatelem strojů.

$$KA = \frac{\text{Pořizovací náklady}}{\text{Doba životnosti}} \left[\frac{K\check{c}}{\text{roky}} \right] \text{ (lineární odepisování)}$$

$$KZ = \frac{\text{Pořizovací náklady}}{2} \cdot \text{roční úroková sazba} = [K\check{c}]$$

$$KR = \text{zastavěná plocha} \cdot \text{náklady na plochu} \left[\frac{K\check{c}}{\text{rok}} \right]$$

$$T_v = T_N - \text{časové ztráty} \left[\frac{hod}{\text{rok}} \right]$$

$$KE = T_v \cdot \text{náklady na energii} [K\check{c}]$$

$$KI = KA \cdot \text{faktor} [K\check{c}]$$

[6]

5.2.2 Strojní hodinová sazba stroje MCV 750 SPEED

$$KA = \frac{3\,556\,000}{5} = 711\,200 \left[\frac{K\check{c}}{\text{rok}} \right]$$

$$KZ = \frac{3\,556\,000}{2} \cdot 0,08 = 142\,240 [K\check{c}]$$

$$KR = 13 \cdot 550 = 7\,150 \left[\frac{K\check{c}}{\text{rok}} \right]$$

$$T_v = 220 \cdot 24 - 25\% = 5\,280 - 1\,320 = 3\,960 \left[\frac{\text{hod}}{\text{rok}} \right]$$

$$KE = 3\,960 \cdot 0,4 \cdot 12 = 19\,008 \text{ [Kč]}$$

$$KI = 711\,200 \cdot 0,5 = 355\,600 \text{ [Kč]}$$

$$SHS = \frac{711\,200 + 142\,240 + 4\,550 + 19\,008 + 355\,600}{3\,960} = 311,3 \left[\frac{\text{Kč}}{\text{hod}} \right]$$

5.2.3 Strojní hodinová sazba stroje MCV 1 000 SPEED 5AX

$$KA = \frac{5\,824\,600}{5} = 1\,164\,920 \left[\frac{\text{Kč}}{\text{rok}} \right]$$

$$KZ = \frac{5\,824\,600}{2} \cdot 0,08 = 232\,984 \text{ [Kč]}$$

$$KR = 19,4 \cdot 550 = 10\,670 \left[\frac{\text{Kč}}{\text{rok}} \right]$$

$$T_v = 220 \cdot 24 - 25\% = 5\,280 - 1\,320 = 3\,960 \left[\frac{\text{hod}}{\text{rok}} \right]$$

$$KE = 3\,960 \cdot 0,4 \cdot 12 = 19\,008 \text{ [Kč]}$$

$$KI = 1\,164\,920 \cdot 0,5 = 582\,460 \text{ [Kč]}$$

$$SHS = \frac{1\,164\,920 + 232\,984 + 10\,670 + 27\,187 + 582\,460}{3\,960} = 509,7 \left[\frac{\text{Kč}}{\text{hod}} \right]$$

5.3 Náklady při obrábění dílů

Pro určení celkových nákladů při obrábění jednoho kusu zvolené součásti je nutné nejdříve určit strojní náklady. Ty vychází ze strojní hodinové sazby a časem stráveným výrobou.

$$N_s = SHS \cdot t_{AS} \left[\frac{\text{Kč}}{\text{ks}} \right]$$

Hodnota strojní hodinové sazby pro jednotlivé stroje vychází z výše uvedených vztahů. V následující tabulce jsou sumarizovány a zaokrouhleny hodnoty strojní hodinové sazby pro jednotlivé stroje.

Stroj	SHS [Kč/hod]
Haas VF0, VF2, VF4	260
MCV 750 SPEED	312
MCV 1 000 SPEED	510

Tabulka 18. Strojní hodinové sazby

Po vynásobení strojní hodinové sazby strojním časem získáme strojní náklady na obrobek jednoho výrobku na konkrétním pracovišti. Pro získání hodnoty strojního času byl čas jednotkové práce vynásoben koeficientem 1,2.

$$N_s = SHS \cdot t_{AS} = SHS \cdot t_{AC} \cdot 1,2 \left[\frac{K\check{c}}{ks} \right]$$

Výrobek	Stroj	Náklady na obrábění [Kč/ks]	Úspora [Kč/ks]
Door Frame	Haas VF0, VF2, VF4	567	271
	MCV 750 SPEED	296	
Sump	Haas VF0, VF2, VF4	5 113	3 481
	MCV 1 000 SPEED 5AX	1 632	

Tabulka 19. Náklady na obrábění vybraných dílů po jednotlivých strojích

Finanční úspora pro operaci obrábění typického dílu Door Frame byla změnou výrobní technologie vyčíslena na 271,- Kč. U obrábění jednoho typického dílu Sump je finanční úspora 3 481,- Kč. Velký rozdíl mezi náklady obrábění je dán současnou nevhodnou technologií výroby. Použití tří osé CNC frézky na obrábění složitých tvarových a šikmých ploch je velice neekonomické.

5.4 Roční úspora nákladů obrábění

Roční úspora nákladů obrábění byla stanovena z finanční úspory pro výrobu jednoho kusu. Úspora na jednom kusu byla vynásobena očekávanou spotřebou jednotlivých dílů. Výsledkem je celková úspora nákladů při obrobění všech požadovaných dílů za kalendářní rok.

Výrobek	Úspora [Kč/ks]	Roční spotřeba [ks/rok]	Celková úspora [Kč/rok]
Door Frame	271	7 164	1 941 444
Sump	3 481	744	2 589 864

Tabulka 20. Roční úspora nákladů

5.5 Investice do strojního vybavení

Pro zajištění vyšší produktivity i efektivity obrábění je potřeba investovat kapitál do strojního vybavení. Dle časových studií od společnosti Kovosvit MAS byly navrženy frézovací stroje MCV 750 a MCV 1 000. Výsledná částka na pořízení strojů byla složena z katalogových cen pro rok 2018. Cenová kalkulace obsahuje základní cenu pro samotný stroj a dále volitelné příslušenství dle individuálních požadavků. Další část finančních prostředků byla vložena do dopravy a zprovoznění stroje. Součástí dodávky je i základní školení a záruční servis.

Typ stroje	Cena [Kč]
MCV 750	3 556 000
MCV 1 000	5 824 600
Celkem	9 380 600

Tabulka 21. Ceny strojů

Kompletní cenová nabídka pro oba stroje, včetně nutného příslušenství, se nachází v příloze této práce.

5.6 Cena dílů

Pro orientační porovnání cen dílů zajištěných z různých zdrojů a vyrobených různými technologiemi byla stanovena následující tabulka. Cena koupeného dílu u dodavatelské společnosti zahrnuje materiálové náklady, strojní náklady, náklady na povrchovou úpravu, výrobní režii, dopravu a obalový materiál. Cena vyrobených dílů by měla být nižší o výrobní režii, která není u vyráběných dílů započítána. S ohledem na nevhodnou technologii výroby danou starými stroji jsou současné náklady na výrobu vyšší než ceny dodavatelských společností. Je to dáno zejména nevhodným způsobem obrábění. To způsobí dlouhé časy obrábění a nekvalitní povrch součástí. Další čas je spotřebován zámečnickými a brousícími operacemi. Ty se snaží eliminovat nepřesnosti obrábění a zajistit požadovanou kvalitu dílů. Všechny tyto operace a výrobní časy s nimi spojenými prodlužují a prodražují výrobu.

Oproti tomu výroba dílů na nových strojích vyžaduje menší podíl strojní i ruční práce, a proto jsou výrobní náklady nižší než u výroby starou technologií. Současně jsou náklady na výrobek nižší, než je cena stejného koupeného dílu u dodavatelské společnosti. Z toho důvodu je jako nejvýhodnější možnost zajištění potřebných dílů výroba na nových strojích s využitím vhodných nástrojů a přípravků. Hodinové pracovní náklady jsou sice vyšší, ale tato hodnota je kompenzována krátkými výrobními časy. Díly jsou vyráběny dražší technologií, ale rychleji. Výsledkem je uvolnění výrobní kapacity a díky tomu snížení poddílu nakupovaných dílů.

Výrobek	Nákup [Kč/ks]	Výroba (stará technologie) [Kč/ks]	Výroba (nová technologie) [Kč/ks]
Door Frame	2 975	3 942	2 113
Sump	6 513	10 338	5 392

Tabulka 22. Rozdíl nákladů na obrábění

5.7 Návratnost investičních nákladů

Nejdůležitějším kritériem pro nákup nového strojního zařízení je očekávaná návratnost této investice. Základním požadavkem je, aby finanční úspora generovaná investicí v blízké budoucnosti převýšila vynaložené náklady. Výpočtem bylo zjištěno, že při kompletním obrábění dílů Door Frame novou technologií bude roční úspora činit 1 941 444,- Kč oproti stávajícímu způsobu výroby. Náklady na potřebný výrobní stroj, který dokáže zajistit výrobu v požadovaném množství a kvalitě jsou 3 556 000,- Kč. Při vydělení těchto čísel byla zjištěna návratnost této investice za 1,83 roku.

Stejným způsobem byla zjištěna návratnost pro stroj MCV 1 000. Na tomto stroji budou vyráběny díly s názvem Sump. Vzhledem k plánované investici a očekávané roční úspoře je návratnost vyčíslena na 2,25 roku. Po uplynutí této doby budou pokryté náklady na pořízení strojů.

Výrobek	Stroj	Náklady [Kč]	Úspora [Kč/rok]	Návratnost [rok]
Door Frame	MCV 750	3 556 000	1 941 444	1,83
Sump	MCV 1 000	5 824 600	2 589 864	2,25

Tabulka 23. Návratnost investice

6. Závěr

Úkolem této diplomové práce bylo zvýšit produkci hliníkových dílů ve společnosti Zodiac Galleys Europe s.r.o. Pro navržení optimálního racionalizačního opatření bylo nutné analyzovat současný stav výrobního systému. Jako nejméně produktivní část výroby bylo zvoleno pracoviště CNC frézek v oddělení kovodílny. Při následném rozboru bylo zjištěno, že stávající frézky jsou v dezolátním stavu. Obrábění probíhá na 20 let starých strojích, které svým konstrukčním provedením ani výkonovými parametry neodpovídají současným požadavkům přesného obrábění. V důsledku popsanych omezení není možné zajistit potřebné množství dílů. Proto jsou díly poptávány u externích společností. Vzhledem ke špatné koordinaci dodávek vyráběných a nakupovaných položek je velmi komplikované řídit a plánovat výrobu. Výsledkem je častá změna výrobního programu a velká rozpracovanost výroby, která omezuje následnou montáž finálního produktu.

V důsledku těchto skutečností byly vybrány nejvíce používané díly, na které byla nastavena skupinová technologie. Ta zajistí rychlejší a jednodušší výrobu podobných součástí. Na základě vybraného představitele byla kontaktována společnost Kovosvit MAS. Ta je dodavatelem výrobních strojů a zařízení. Při následných konzultacích se zástupci společnosti byly jako optimální stroje pro výrobu typických představitelů vybrány CNC frézky MCV 750 a MCV 1 000. Dle parametrů nových strojů byly sestaveny časové studie pro obrábění vybraných dílů. Ty jsou současně s kompletními cenovými nabídkami součástí přílohy této diplomové práce.

Pro určení počtu nových strojů byly provedeny kapacitní výpočty. Z nich vyplynulo, že pro zajištění potřebného počtu dílů ze skupiny typických představitelů budou potřeba celkem dva výrobní stroje. Na základě rozměrových parametrů vybraných frézek byla upravena stávající dispozice kovodílny. Došlo k posunutí stávajících konvenčních frézek a pracoviště programátora CNC strojů. Na základě nové dispozice byl vytvořen Sankeyův diagram, který zobrazuje očekávaný tok materiálu v úseku obrábění.

Nejdůležitější částí práce bylo vyhodnocení cen jednotlivých dílů a ekonomické porovnání jednotlivých technologických variant. Při zohlednění všech dostupných proměnných bylo zjištěno, že nejvýhodnější ekonomickou variantou je výroba dílů na nových strojích. Při zvolení této varianty je nutné počítat s relativně velkou počáteční investicí do nového vybavení. Návratnost této investice byla vypočítána na cca 2 roky v závislosti na budoucím objemu produkce, konkrétních parametrech stroje a volitelného příslušenství. Ve skutečnosti budou vysoké pořizovací náklady kompenzovány rychlejším obráběním. Díky tomu bude uvolněna výrobní kapacita a celkové náklady na obrobek budou nižší než v současnosti.

Výsledkem této diplomové práce je zjištění, že pokud společnost Zodiac Galleys Europe bude investovat kapitál do obnovy strojního parku, dokáže obrábět potřebné výrobky v požadovaném množství a požadované kvalitě. Tím sníží objem nakupovaných dílů, nebude závislá na práci externích dodavatelů a dokáže snížit náklady na obrábění. V horizontu několika let bude úspora dostatečně velká, aby pokryla plánovanou investici. Tato úspora může být stěžejní při soupeření s konkurenčními společnostmi a pomůže v dalším rozšiřování či zlepšování současných produktů a služeb.

Seznam použité literatury a zdrojů

Knižní publikace

- [1] NĚMEJC, J., CIBULKA, V., *Projektování a výstavba strojírenských podniků*. Plzeň: VŠSE, 1986
- [2] ZELENKA, A., PRECLÍK, V., HANINGER, M., *Projektování výrobních systémů, Návody pro cvičení*. Praha: ČVUT, 1993
- [3] VIGNER, J., KRÁL, M., ZELENKA, A., *Metodika projektování výrobních procesů*. Praha: SNTL, 1984
- [4] CIBULKA, V., NĚMEJC, J., *Základní terminologie z oblasti projektování výrobních procesů a systémů*. Plzeň: ZČU, 2001
- [5] STANĚK, J., NĚMEJC, J., *Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací*. Plzeň: ZČU, 2005
- [6] KLEINOVÁ, J., *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň: ZČU, 2005
- [7] DUCHEK, V., *Přednášky z předmětu Projektování výrobních procesů*. Plzeň: ZČU, 2017
- [8] DUCHEK, V., *Přednášky z předmětu Projektování manipulace s materiálem*. Plzeň: ZČU, 2017
- [9] ŘEHOŘ, J., *Přednášky z předmětu Teorie obrábění*. Plzeň: ZČU, 2017
- [10] Interní dokumentace společnosti Zodiac Galleys Europe spol. s r. o.

Publikace na internetu

- [11] KOVOSVIT MAS, *O společnosti*. [online] Plzeň: 2019, [cit. 2019-1-4]
Dostupné z: <https://www.kovosvit.cz/o-spolecnosti.html>
- [12] KOVOSVIT MAS, *Obráběcí frézovací stroje*. [online] Plzeň: 2019, [cit. 2019-1-4]
Dostupné z: <https://www.kovosvit.cz/obrabeci-stroje/frezovaci-stroje.html>
- [13] SWOT ANALÝZA, [online] Plzeň: 2018, [cit. 2018-12-25]
Dostupné z: <https://www.sukup.cz/dvur-kralove-nad-labem/swot-analyza-sablona/>
- [14] LOGO SPOLEČNOSTI, [online] Plzeň: 2018, [cit. 2018-12-25]
Dostupné z: <https://www.hmgaerospace.com/news/inflight/safran-acquire-zodiac-aerospace/>
- [15] SPOLEČNOST ZODIAC [online] Plzeň: 2018, [cit. 2018-10-25]
Dostupné z: <https://www.zodiacaerospace.com/en>
- [16] SPOLEČNOST SAFRAN [online] Plzeň: 2019, [cit. 2019-1-5]
Dostupné z: <https://www.safran-group.com/>
- [17] SPOLEČNOST EUROMAC [online] Plzeň: 2019, [cit. 2019-2-25]
Dostupné z: <https://www.euromac.com/prodotto/mtx-plus-flex/>
- [18] SPOLEČNOST TOS-OLOMOUC [online] Plzeň: 2019, [cit. 2019-2-25]
Dostupné z: <https://www.tos-olomouc.cz/cz/vyrobni-program/>

Příloha č. 1

Časová studie výroby na stroji MCV 750 SPEED



ČASOVÁ STUDIE

VRTACÍ A FRÉZOVACÍ CENTRUM MCV 750 SPEED



Zákazník:	Firma:	ZODIAC GALLEYS EUROPE
	Adresa:	Univerzitní 34/1119, Plzeň
	Kontakt:	

Prodávající:	Firma:	Kovosvit MAS a.s.
	Adresa:	Nám. T. Bati 419, 391 02, Sezimovo Ústí
	Vyřizuje:	Pfaußer Milan
	Telefon:	mobil: 608 959 225
	E-mail:	pfaußer@kovosvit.cz

Studie ze dne: 29.10.2018

POPIS OPERACÍ A ŘEZNÉ PODMÍNKY

zákazník: ZODIAC GALLEYS EUROPE		číslo výkresu: 675952-33		materiál: AL 5754 H111				datum: 29.10.2018						
č.op.	popis	počet operací	počet zubů	d [mm]	Fot Fzub	Vc [m/min]	L [mm]	x,y,z přesun	S [ot/min]	F min [mm/min]	T [min]	x,y,z [min]	tool-tool [min]	celkem T [min]
1 POLOHA: UPNUTO DO PŘÍPRAVKU														
10	čelo	2	5	63	0,12	400	1 688	2	2 021	1 213	1,39	0,08	0,1	2,96
20	hrubování tvaru	1	4	16	0,08	300	6743	5	5 968	1 910	3,53	0,2	0,1	3,83
30	tvar načisto	3	4	16	0,05	200	750	3	3 979	796	0,94	0,12	0,1	3,05
40	vybrání v kapse	2	4	6	0,045	200	122	2	10 610	1 910	0,06	0,08	0,1	0,31
50	dodělaní tvaru načisto	4	4	4	0,03	150	229	4	11 937	1 432	0,16	0,16	0,1	0,90
60	hrany	3	2	4	0,04	133,4	1035	3	10 616	849	1,22	0,12	0,1	3,88
2 POLOHA: UPNUTO DO PŘÍPRAVKU														
10	čelo	1	5	63	0,12	400	262	1	2 021	1 213	0,22	0,04	0,1	0,36
20	hrubování tvaru	3	4	16	0,08	300	3 956	3	5 968	1 910	2,07	0,12	0,1	6,43
30	tvar načisto	3	4	16	0,05	200	1 026	3	3 979	796	1,29	0,12	0,1	4,09
40	hrany	3	1	12	0,15	200	560	3	5 305	796	0,70	0,12	0,1	2,33
50	hrany	3	3	4	0,03	150	890	3	11 937	1 074	0,83	0,12	0,1	2,71
60	vnitřní obvod hrub.	2	4	12	0,08	300	11 293	2	7 958	2 546	4,43	0,08	0,1	9,05
70	vnitřní obvod načisto	2	4	12	0,05	200	1 473	2	5 305	1 061	1,39	0,08	0,1	2,96
80	otvory Ø 3.7	2	1	3,7	0,08	139	35	2	11 958	957	0,04	0,08	0,1	0,25
90	zahlobení 100°	2	2	10	0,05	50	33	2	1 592	159	0,21	0,08	0,1	0,59
3 POLOHA: UPNUTO DO PŘÍPRAVKU														
10	drážka z boku a šikmé plochy	3	4	8	0,05	200	588	3	7 958	1 592	0,37	0,12	0,1	1,33
20	otvory Ø 2,3	8	1	2,3	0,045	86	20	8	11 902	536	0,04	0,32	0,1	0,72
30	otvory Ø 4,3	4	1	4,3	0,055	162	20	4	11 992	660	0,03	0,16	0,1	0,38
40	zahlobení 100°	8	2	10	0,05	50	12	8	1 592	159	0,08	0,32	0,1	1,02
50	hrany	2	3	4	0,03	150	69	2	11 937	1 074	0,06	0,08	0,1	0,31

Výrobní čas bez upnutí	14,93	min/kus 1 poloha
Výrobní čas bez upnutí	28,77	min/kus 2 poloha
Výrobní čas bez upnutí	3,76	min/kus 3 poloha
Výrobní čas bez upnutí	47,45	min/kus celkem



KOVOSVIT MAS, a.s., náměstí Tomáše Bati 419, 391 02 Sezimovo Ústí II, Česká republika

IČ: 26047284, DIČ: CZ 26047284

T: +420 381 631 111, F: +420 381 276 372, E: mas@kovosvit.cz


Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Českých Budějovicích v oddílu B, vložce 1257.

Příloha č. 2

Časová studie výroby na stroji MCV 1000 SPEED 5AX



KOVOSVIT MAS
machine your future

ČASOVÁ STUDIE VRTACÍ A FRÉZOVACÍ CENTRUM MCV 1000 SPEED 5AX																									
														Zákazník: Firma: ZODIAC GALLEYS EUROPE											
														Adresa: Univerzitní 34/1119, Plzeň											
Kontakt:																									
Prodávající: Firma: Kovosvit MAS a.s.																									
Adresa: Nám. T. Bati 419, 391 02, Sezimovo Ústí																									
Vyřizuje: Pfauser Milan																									
Telefon: mobil: 608 959 225																									
E-mail: pfouser@kovosvit.cz																									
Studie ze dne: 30.10.2018																									
POPIS OPERACÍ A ŘEZNÉ PODMÍNKY																									
zákazník: ZODIAC GALLEYS EUROPE				č. výkresu: 660401-5				material: AL 6061-T6				datum: 30.10.2018													
č.op.	popis	počet operací	počet zubů	d [mm]	Fot Fzub	Vc [m/min]	L [mm]	x,y,z přesun	S ot/min	Fmin mm/min	T [min]	x,y,z [min]	tool-tool [min]	celkem T [min]											
1 POLOHA: UPNUTO DO PŘÍPRAVKU																									
10	čelo	1	5	63	0,12	400	6 455	1	2 021	1 213	5,32	0,04	0,1	5,46											
20	hrubování vybrání	1	4	16	0,12	400	19 114	1	7 958	3 820	5,00	0,04	0,1	5,14											
30	hrubování vybrání a zadní bok	3	4	32	0,17	400	6 000	2	3 979	2 706	2,22	0,08	0,1	6,83											
40	vybrání načisto	3	4	12	0,05	300	7 435	2	7 958	1 592	4,67	0,08	0,1	14,19											
50	obvod načisto	3	4	16	0,08	400	765	2	7 958	2 546	0,30	0,08	0,1	1,08											
60	zadní bok načisto	4	4	12	0,08	300	735	3	7 958	2 546	0,29	0,12	0,1	1,37											
70	otvory Ø 4,1	3	1	4,1	0,1	150	25	2	11 645	1 165	0,02	0,08	0,1	0,24											
80	otvory Ø 5,4	3	1	5,4	0,13	150	22	2	8 842	1 149	0,02	0,08	0,1	0,24											
90	otvor Ø 6,8	1	1	6,8	0,15	150	10	1	7 022	1 053	0,01	0,04	0,1	0,15											
100	otvor Ø 10,2	1	1	10,2	0,17	150	20	1	4 681	796	0,03	0,04	0,1	0,17											
110	otvory Ø 2,85	2	1	2,85	0,065	107	20	1	11 951	777	0,03	0,04	0,1	0,19											
120	otvory Ø 7,6	12	1	7,6	0,16	150	30	4	6 282	1 005	0,03	0,16	0,1	0,62											
130	otvory Ø 6,6	12	1	6,6	0,15	150	21	4	7 234	1 085	0,02	0,16	0,1	0,49											
140	hrany na otvorech	22	1	12	0,08	200	12	8	5 305	424	0,03	0,32	0,1	1,04											
150	frézování závitu 1/4-28	12	3	5,15	0,015	194	240	4	11 991	540	0,44	0,16	0,1	5,60											
160	závit UNF 10-32	3	1	4,83	0,794	25	30	1	1 648	1 308	0,02	0,04	0,1	0,21											
170	závit UNC 6-32	2	1	3,5	0,794	25	45	1	2 274	1 805	0,02	0,04	0,1	0,19											
180	šikmé radiusové drážky	2	6	80	0,03	300	107	1	1 194	215	0,50	0,04	0,1	1,14											
190	hrany	1	3	4	0,04	150	4 930	1	11 937	1 432	3,44	0,04	0,1	3,58											
2 POLOHA: UPNUTO DO PŘÍPRAVKU																									
10	čelo	1	5	63	0,12	400	4 485	1	2 021	1 213	3,70	0,04	0,1	3,84											
20	hrubování kapsy a vybrání uvnitř	2	4	32	0,17	400	39 500	1	3 979	2 706	14,60	0,04	0,1	29,34											
30	dohrubování kapsy a vybrání uvnitř	2	4	12	0,1	300	62 510	1	7 958	3 183	19,64	0,04	0,1	39,42											
40	kapsy, vybrání uvnitř načisto	9	4	12	0,05	200	3 165	5	5 305	1 061	2,98	0,2	0,1	27,15											
50	začištění radiusu R3 v drážce	1	4	5	0,03	150	170	1	9 549	1 146	0,15	0,04	0,1	0,29											
60	začištění kolem osazení a hrub. mezi osazením a bokem drážky	3	3	3	0,03	113	1 520	2	11 990	1 079	1,41	0,08	0,1	4,41											
70	otvory Ø 5,4	6	1	5,4	0,13	150	23	5	8 842	1 149	0,02	0,2	0,1	0,42											
80	otvory Ø 2,85	4	1	2,85	0,065	107	23	2	11 951	777	0,03	0,08	0,1	0,30											
90	otvory Ø 3,5	9	1	3,5	0,075	131	35	3	11 914	894	0,04	0,12	0,1	0,57											
100	závit UNC 6-32	2	1	3,5	0,794	25	45	10	2 274	1 805	0,02	0,4	0,1	0,55											
110	závit UNC 8-32	2	1	3,5	0,794	25	45	10	2 274	1 805	0,02	0,4	0,1	0,55											
120	hrany na otvorech	13	1	12	0,08	200	11	5	5 305	424	0,03	0,2	0,1	0,64											
130	hrany	2	1	12	0,15	200	3 330	2	5 305	796	4,18	0,08	0,1	8,55											
<table border="1"> <tr> <td>Výrobní čas bez upnutí</td> <td>47,94</td> <td>min/kus</td> <td>1 poloha</td> </tr> <tr> <td>Výrobní čas bez upnutí</td> <td>116,01</td> <td>min/kus</td> <td>2 poloha</td> </tr> <tr> <td>Výrobní čas bez upnutí</td> <td>163,96</td> <td>min/kus</td> <td>celkem</td> </tr> </table>														Výrobní čas bez upnutí	47,94	min/kus	1 poloha	Výrobní čas bez upnutí	116,01	min/kus	2 poloha	Výrobní čas bez upnutí	163,96	min/kus	celkem
Výrobní čas bez upnutí	47,94	min/kus	1 poloha																						
Výrobní čas bez upnutí	116,01	min/kus	2 poloha																						
Výrobní čas bez upnutí	163,96	min/kus	celkem																						



KOVOSVIT MAS, a.s., náměstí Tomáše Bati 419, 391 02 Sezimovo Ústí II, Česká republika
IČ: 26047284, DIČ: CZ 26047284
T: +420 381 631 111, F: +420 381 276 372, E: mas@kovosvit.cz
Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Českých Budějovicích v oddílu B, vložce 1257.

Příloha č. 3

Cenová nabídka stroje MCV 750 SPEED



KOVOSVIT MAS
machine your future

CENOVÁ SPECIFIKACE STROJE MCV 750 SPEED ISO 40 TNC 640

Stroj, typ příslušenství	kód	ks	Cena [Kč/ks]
MCV 750 SPEED ISO 40 TNC 640	190S	1	2 656 000,00
Upínací čep ISO 40 – DIN 69872 s otvorem	4013446	30	185,00
Obrob. a nástrojová sonda TS460 ISO40, TT460 Heidenhain	629J	1	120 100,00
Rot. přívod voda-vzduch	628G	1	66 000,00
Středové chlazení + pásový filtr 100	618H	1	241 000,00
Ruční oplach	618E	1	17 500,00
Signalizace stavu	2S0G	1	6 500,00
Odsávání pracovního prostoru	624X	1	110 000,00
Vnější ofuk nástroje	6228	1	9 700,00
Vypínání suchého vzduchu	629Q	1	4 000,00
DXF convertor	1067019	1	14 800,00
SW: Adapt. řízení posuvu AFC	1067224U	1	92 000,00
Dálková diagn. Heid - 1 stroj	2S0N	1	21 700,00
PA MCV750A Dopravník třisek vlevo	618I	1	7 400,00
Osvětlení přídatné - včetně	628H	1	7 400,00
Klimatizace rozvaděče	622B	1	42 900,00
Dokumentace KMAS	0500174	1	3 000,00
Dokumentace TNC 640 Čeština	1069301	1	6 400,00
Dokumentace TNC 640 Angličtina	1069300	1	6 400,00
Obal silniční - příslušenství	OBALSILNICNIPA	1	1 400,00
Transportní balíček	OBALSILNICNI	1	7 000,00
MCV 750A oživení	03	1	32 000,00
MCV750,754,800 školení (3d)	32	1	30 000,00
Záruka 24 měsíců	190SZAR24	1	39 270,00
Doprava stroje MCV 750 Speed	- - -	1	8 000,00

Celková cena stroje včetně příslušenství (bez DPH)

3 556 000,00 Kč



KOVOSVIT MAS, a.s., náměstí Tomáše Bati 419, 391 02 Sezimovo Ústí II, Česká republika
IČ: 26047284, DIČ: CZ 26047284
T: +420 381 631 111, F: +420 381 276 372, E: mas@kovosvit.cz
Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem
v Českých Budějovicích v oddílu B, vložce 1257.

Příloha č. 4

Cenová nabídka stroje MCV 1000 SPEED 5AX



KOVOSVIT MAS
machine your future

CENOVÁ SPECIFIKACE STROJE MCV 1 000 SPEED 5AX ISO 40 TNC 640

Stroj, typ příslušenství	kód	ks	Cena [Kč/ks]
MCV 1000 5AX SPEED ISO 40 TNC 640	16AV	1	4 800 000,00
Upínací čep ISO 40 – DIN 69872 s otvorem	4013446	30	185,00
Obrobk. a nástrojová sonda TS460 ISO40, TT460 Heidenhain	629J	1	120 100,00
Středové chlazení 2MPA AD	6280	1	103 900,00
Rot. přívod voda-vzduch	628G	1	66 000,00
Ruční oplach II	624W	1	17 300,00
Signalizace stavu	2S0G	1	6 500,00
Odsávání pracovního prostoru	624X	1	110 000,00
Osvětlení přídavné - vřeteník	628H	1	7 400,00
Vnější ofuk nástroje	6228	1	9 700,00
Pásový filtr LOSMA	627C	1	153 600,00
Klimatizace rozvaděče	624B	1	42 800,00
Kalibrační kulička	629R	1	21 460,00
DXF Convertor	1067019	1	14 800,00
SW: Adapt. řízení posuvu AFC	1067224U	1	92 000,00
DMC – Kolizní ochrana	1067082U	1	29 700,00
Kinematic OPT	1067226	1	29 400,00
Dálková diagn. Heid - 1 stroj	2S0N	1	21 700,00
Dokumentace KMAS	0500174	1	3 000,00
Dokumentace TNC 640 Čeština	1069301	1	6 400,00
Dokumentace TNC 640 Angličtina	1069300	1	6 400,00
Transportní balíček	OBALSILNICNI	1	7 000,00
Obal silniční - příslušenství	OBALSILNICNIPA	1	1 400,00
MCV1000A/1270 oživení	04KC	1	50 000,00
MCV1000A/1270 školení (3d)	34KC	1	30 000,00
Záruka 24 měsíců	16AVZAR24	1	60 480,00
Doprava stroje MCV 1000 SPEED 5AX	- - -	1	8 000,00

Celková cena stroje včetně příslušenství (bez DPH)

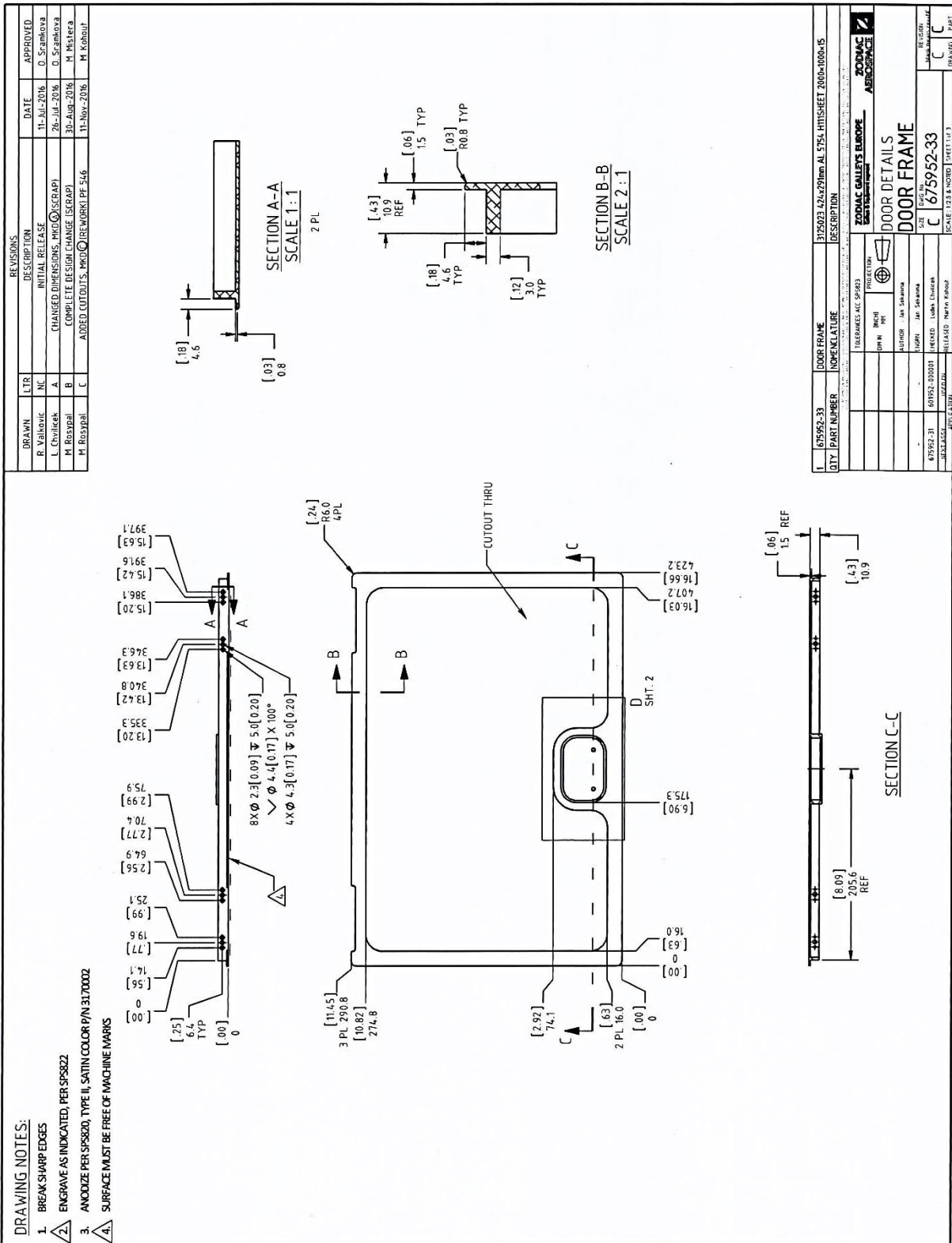
5 824 600,00 Kč

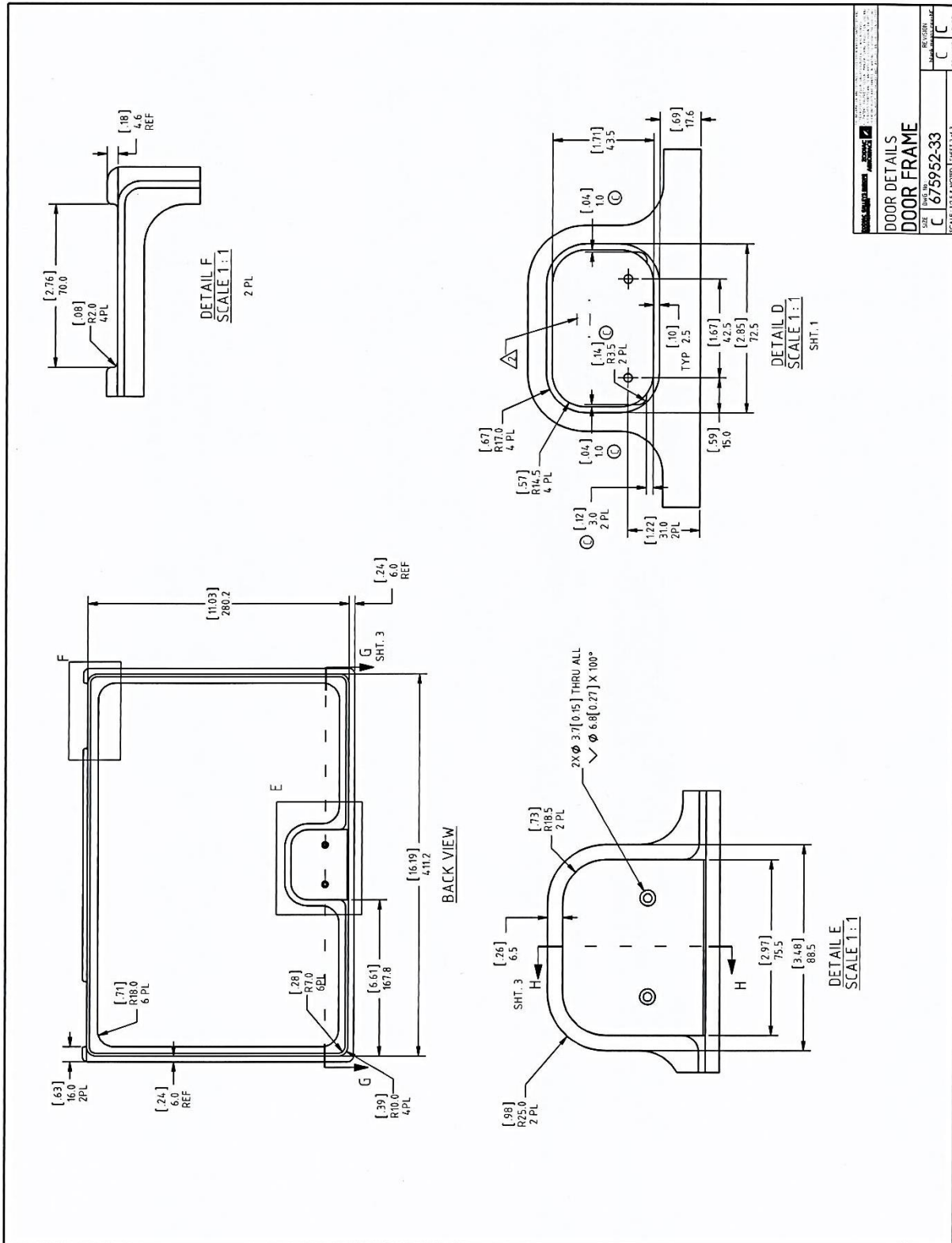


KOVOSVIT MAS, a.s., náměstí Tomáše Bati 419, 391 02 Sezimovo Ústí II, Česká republika
IČ: 26047284, DIČ: CZ 26047284
T: +420 381 631 111, F: +420 381 276 372, E: mas@kovosvit.cz
Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem
v Českých Budějovicích v oddílu B, vložce 1257.

Příloha č. 5

Výkresová dokumentace dílu Door Frame 675952-33

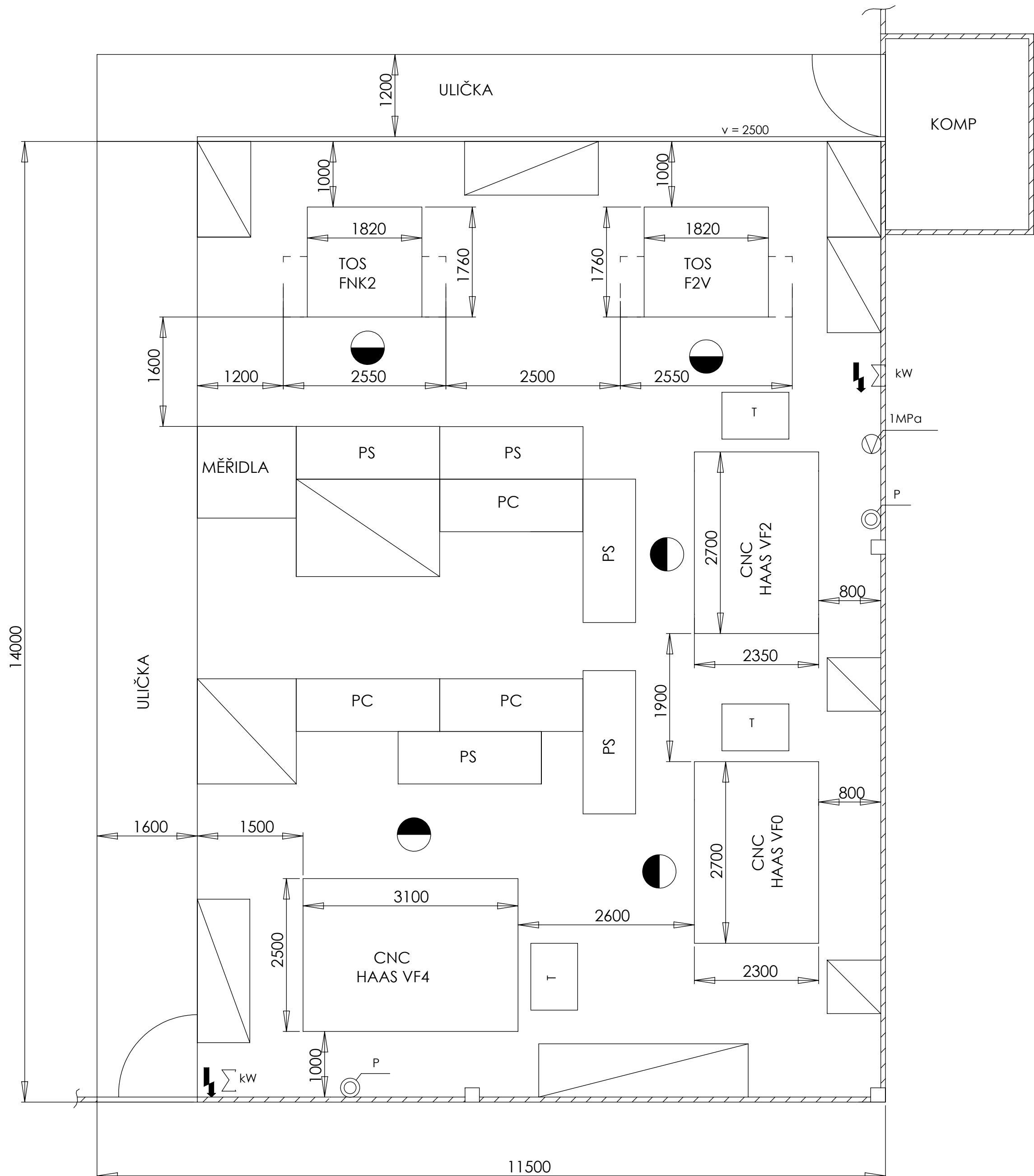
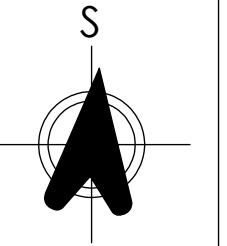




DOOR DETAILS	
DOOR FRAME	
SIZE	C 1675952-33
SCALE	1:2.5 & NOTED (SHEET 2 OF 3)
REVISION	C
DATE	
BY	
CHECKED	
APPROVED	

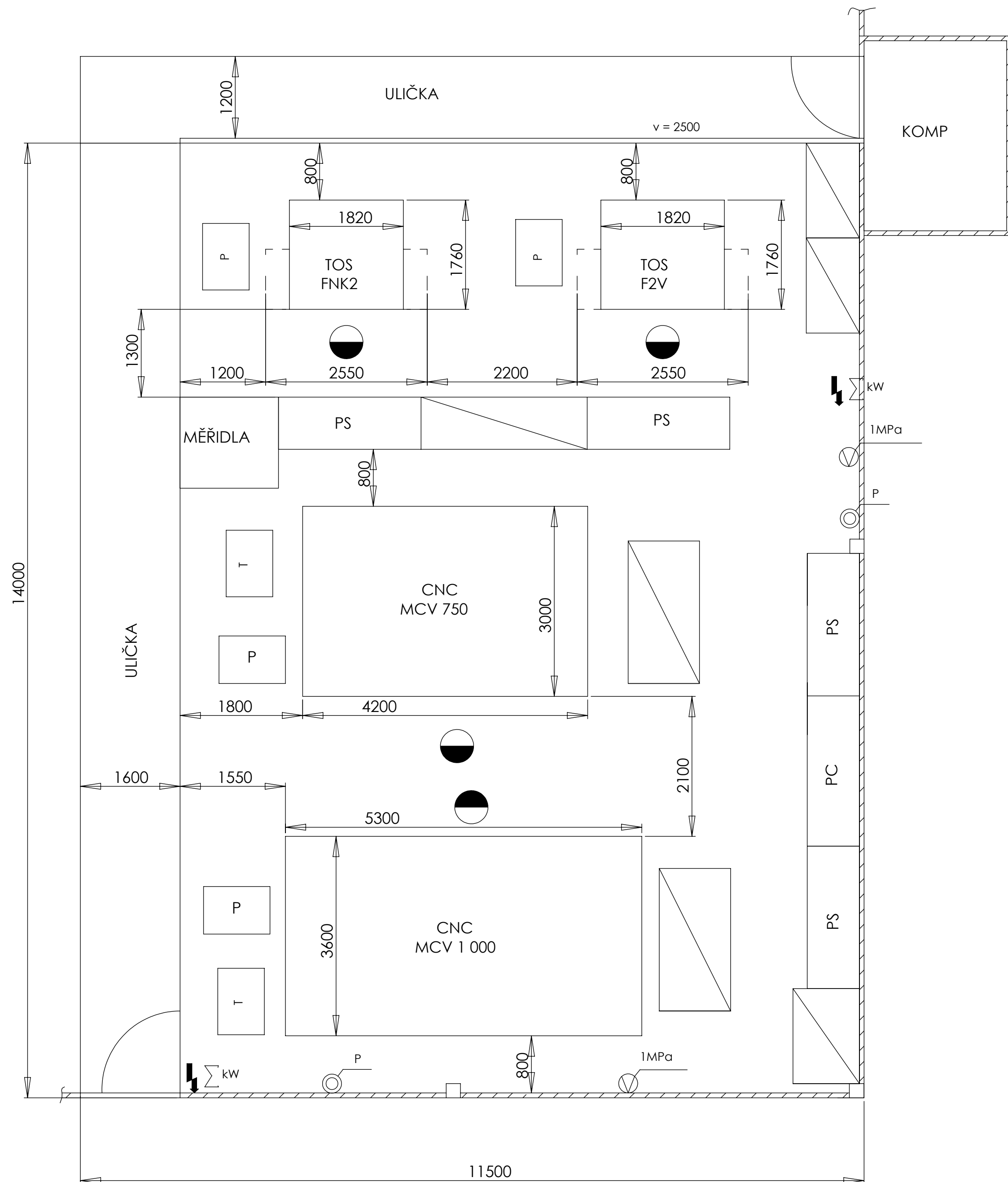
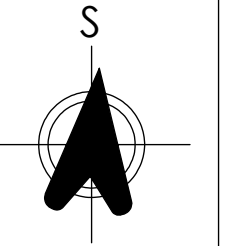
Příloha č. 6

Výkresová dokumentace dílu Sump 660401-5



- KOMP - KOMPRESOROVÁ STANICE
- T - NÁDOBY NA TRÍSKY
- PS - PRACOVNÍ STŮL
- PC - STŮL S POČÍTAČEM
- CNC - CNC FRÉZKA
- TOS - KONVENČNÍ FRÉZKA
- NOSNÍK
- ▨ REGÁL
- ⊙^P ZDROJ PITNÉ VODY
- ⊙^{1MPa} PŘÍVOD STLAČENÉHO VZDUCHU (přetlak 1 MPa)
- ⚡^{kw} PŘÍPOJ ELEKTRICKÉ ENERGIE
- v = 2500 - PŘÍČKA VYSOKÁ 2500 MM
- ▨ OBVODOVÁ STĚNA

TOLERANCES ACC. SP5510		ZODIAC GALLEYS EUROPE <small>Zodiac Cabin Cabin Interior Solutions Division</small>		ZODIAC AEROSPACE	
DIM IN	MM	PROJECTION		Obrobna Stávající dispozice	
AUTHOR	MARTIN KARKOŠ		REVISION <small>blank first Rev=NC</small>		
ENGRN	SIZE	DWG. No.	DP KTO 19 - 2		
CHECKED	A2	SCALE: 1:50		SHEET 1 of 1	DRAWING PART
RELEASED					



- KOMP - KOMPRESOROVÁ STANICE
- P - PALETA S MATERIÁLEM
- T - NÁDOBY NA TŘÍSKY
- PS - PRACOVNÍ STŮL
- PC - STŮL S POČÍTAČEM
- CNC - CNC FRÉZKA
- TOS - KONVENČNÍ FRÉZKA
- NOSNÍK
- ▨ REGÁL
- ⊙^P ZDROJ PITNÉ VODY
- ⊙^{1MPa} PŘÍVOD STLAČENÉHO VZDUCHU (přetlak 1 MPa)
- ⚡ Σ kw PŘÍPOJ ELEKTRICKÉ ENERGIE
- v = 2500 - PŘÍČKA VYSOKÁ 2500 MM
- ▨ OBVODOVÁ STĚNA

TOLERANCES ACC. SP5510		ZODIAC GALLEYS EUROPE <small>Zodiac Cabin Cabin Interior Solutions Division</small>		ZODIAC AEROSPACE	
DIM IN	MM	PROJECTION 		Obrobna	
AUTHOR	MARTIN KARKOŠ		Nová dispozice		REVISION
ENGRN	SIZE	DWG. No.	blank first Rev=NC		
CHECKED	A2	DP KTO 19 - 3			
RELEASED	SCALE: 1:50	SHEET 1 of 1	DRAWING	PART	