

Technická příprava formy pro díl ventilace

Bc. Dominik Hradil

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Dominik Hradil
Osobní číslo:	T19442
Studijní program:	N0788A270002 Výrobní inženýrství
Studijní obor:	Stroje a nástroje pro zpracování polymerů a kompozitů
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Technická příprava výroby formy pro díl ventilace

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární studii na dané téma
2. Analyzujte vybrané součástky
3. Proveďte návrh výroby dílů
4. Proveďte ekonomické hodnocení

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

Seznam doporučené literatury:

MICKELSON, Dale, ed. Hard milling & high speed machining: tools of change. Cincinnati, OH: Hanser Gardner Publications, 2005, 165 s. ISBN 1569903778.

VASILKO, Karol a Jan MÁDL. Teorie obrábění. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2012, 2 sv. (298 s., s. 303-526). ISBN 9788074144592.

MORAVEC, Vladimír. Konstrukce strojů a zařízení II: čelní ozubená kola : teorie – výpočet – konstrukce – výroba – kontrola. Ostrava: Montanex, 2001, 291 s. ISBN 8072250515

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Řezníček, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **5. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 1. dubna 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá zpracováním výrobního postupu vstřikovací formy pro výrobu konektoru ventilačního dílu sestavy. V teoretické části jsou zvoleny technologie, které se využívají u výroby vstřikovací formy včetně rozdělení technologických a organizačních postupů výroby. Praktická část zahrnuje kontrolu vyrobitelnosti jednotlivých částí formy. Následuje zvolení obráběcích strojů a nástrojů pro obrábění. Obsahuje také podrobný popis výroby jednotlivých částí od vstupního polotovaru až po finální kontrolu výrobku. Nakonec je výroba formy zanalyzována a ekonomicky vyhodnocena.

Klíčová slova: Vstřikovací forma, obrábění, plast, kontrola

ABSTRACT

The thesis deals with the processing of the production process of the injection mould for the output of the connector of the ventilation part of the assembly. The theoretical part chooses the technologies that are used for the production of the injection mould, including the division of technological and organisational production processes. The practical part involves checking the manufactureability of individual parts of the mould. This is followed by the choice of machine tools and machining tools. It also contains a detailed description of the production of the individual parts from the input semi to the final product inspection. Finally, the production of the mold is analysed and evaluated economically.

Keywords: Injection mould, machining, plastic, check

OBSAH

ÚVOD	8
I. TEORETICKÁ ČÁST	9
1 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY	11
1.1 Struktura TPV	11
1.2 Konstrukční příprava výroby	12
1.3 Technologická příprava výroby	12
1.4 Organizační příprava výroby	14
2 TECHNICKÉ A TECHNICKO HOSPODÁŘSKÉ NORMY	15
2.1 Technické normy	15
2.2 Technicko-hospodářské normy (THN).....	16
2.2.1 THN – Spotřeb.....	17
2.2.2 THN – Spotřeba materiálů.....	17
2.2.3 THN – Výrobní zásoby.....	19
2.2.4 THN – Spotřeby práce	20
2.2.5 THN Kapacitní normy	21
2.3 Standardizace	22
2.4 Význam standardizace	22
2.5 Komplexní standardizace.....	23
3 TYPOLOGIE VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ	24
3.1 Výrobní program.....	24
3.2 Technologické uspořádání	26
3.3 Organizační uspořádání	27
3.4 Předmětné uspořádání.....	27
3.5 Druhy výroby.....	27
4 INFORMAČNÍ SYSTÉMY V TPV	29
5 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	31
5.1 Konvenční technologie	31
5.1.1 Vrtání	31
5.1.2 Frézování	33
5.1.3 Broušení.....	34
5.2 Nekonvenční technologie – Elektroerozivní obrábění.....	36
II. PRAKTICKÁ ČÁST	38

6	CÍL PRÁCE.....	39
7	KONTROLA VYROBITELNOSTI VSTŘIKOVACÍ FORMY	40
7.1	Rozváděcí kanálky	41
7.2	Násobnost formy	42
7.3	Vyhazovací systém	43
7.4	Temperační systém	44
8	VOLBA STROJŮ A OBRÁBĚCÍCH CENTER.....	45
8.1	Univerzální frézka OPTImill MT 230 S	45
8.2	Univerzální 5 -ti osá CNC frézka DMU 50	46
9	VOLBA NÁSTROJŮ PRO OBRÁBĚNÍ.....	49
9.1	T01 Rohová fréza M4132	49
9.2	T02 Fréza dvoubřitá MC232 Perform	51
9.3	T03 Šroubovitý vrták DC150	51
9.4	T04 Strojní závitník	52
9.5	T05 Sadový závitník	53
10	TECHNOLOGICKÝ PROCES VÝROBY	54
11	MĚŘENÍ A KONTROLA VÝROBY	60
11.1	M01 Posuvné měřítko	60
11.2	M02 Mezní závitové trny	61
11.3	M03 Laserový skener scanCONTROL30xx.....	62
11.4	M04 Konfokální sonda confocalDT IFS 2402	63
11.5	M05 Ruční drsnoměr Handysurf	64
12	ANALÝZA A EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ VÝROBY.....	65
	ZÁVĚR	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	75
	SEZNAM TABULEK.....	77
	SEZNAM PŘÍLOH.....	78

ÚVOD

V dnešní době, aby byla průmyslová firma konkurenceschopná a uspěla na celorepublikovém nebo celosvětovém trhu, je zapotřebí mít odzkoušenou a zaběhnutou technickou přípravu výroby. Společnosti se snaží využívat k interní komunikaci informačních systémů, které mohou být použity i pro komunikaci s trhem. Snahou systému je mít podrobnější a přehlednější pojem o výrobku. Příprava technologické, organizační a konstrukční výroby je stavebním kamenem každého procesu výrobku. Technologická organizace je v jistém směru nejrozsáhlejší a také nejvíce náročná. Zabývá se i kontrolou konstrukční přípravy tak, aby se zabránilo zbytečným prodlevám, úprav či jiným nepříjemnostem co se týče technologického postupu.

Tato příprava vychází z hutních polotovarů nebo polotovarů dodávaných od dodavatele, které jsou již opracované a nachystané pro následující operace. Obecně je známo, že je zapotřebí ovládat dokonale jednotlivé technologie, které budou použity. V technologickém postupu, který je popsán v této diplomové práci, jsou využité technologie konvenční i nekonvenční. Z konvenčních technologií jsou použité frézování a vrtání, kde dochází k úběru materiálu za pomoci mnoho břitových nástrojů, které jsou schopny za splnění jistých řezných parametrů jsou schopny dát výrobku finální tvar. Jako nekonvenční technologie je použito elektroerozivní obrábění, ve kterém dochází k opracování dílu uložené v dielektriku. Mezi nástrojem a výrobkem dochází k elektrickému výboji a tímto způsobem je materiál obroben.

Organizační příprava pro výrobu se zabývá spíše umístěním jednotlivých pracovišť a strojů. Je snahou dosáhnout co nejkratších přejezdů mezi pracovišti a využít tak maximálních kapacit strojů. Výrobek, který projde celým technologickým postupem je nutné důkladně zkontrolovat a přeměřit veškeré jeho parametry. K měření dochází i v průběhu výroby se snahou zachytit chybu co nejdříve.

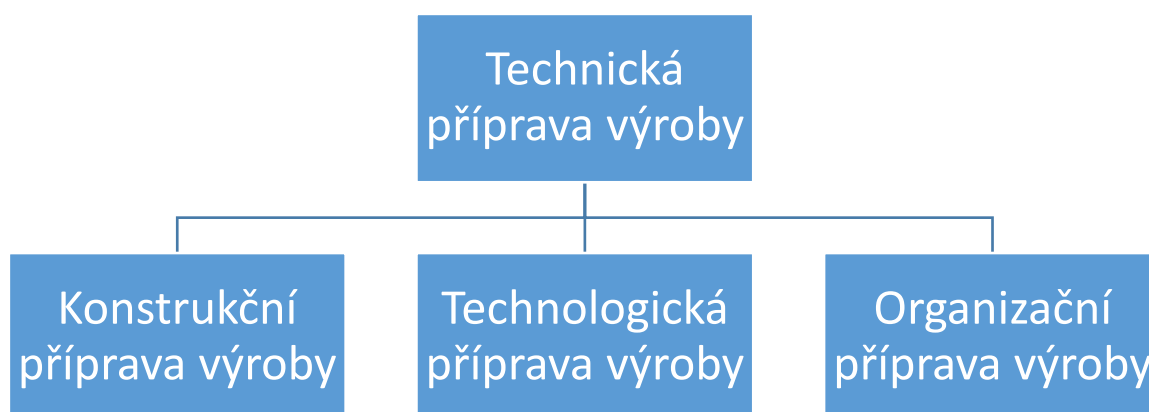
Výroba jednotlivých desek pro vstřikovací formu musí být provedena v předepsané kvalitě. Montáž vstřikovací formy využívá standardizovaných komponentů a součástek. Proto je nutné dodržet kvalitu povrchu i kvalitu rozměrovou.

Většina společností má již zaběhnutý systém a dá se tak hovořit o stabilní technické přípravě. Avšak jestli chce společnost nadále prosperovat, posouvat se na trhu směrem kupředu a získávat nové zakázky a nové zákazníky. Také je zapotřebí optimalizovat a inovovat výrobu. Obecně lze říct, že optimalizace je nikdy nekončící proces.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY

Technická příprava výroby, zkráceně TPV, je základem činnosti každé průmyslové společnosti. Je to soubor, jehož cílem je optimalizovat výrobní postup výrobku. Je do něj zahrnuto i zdokonalování a výzkum. TPV je složena ze tří samostatných odvětví - konstrukční příprava výroby, technologická příprava výroby a organizační příprava výroby. Do každé podskupiny je nasazen tým kvalifikovaných pracovníků, kteří mají za úkol kompletně zprovoznit a zdokonalovat technickou přípravu celé výroby.



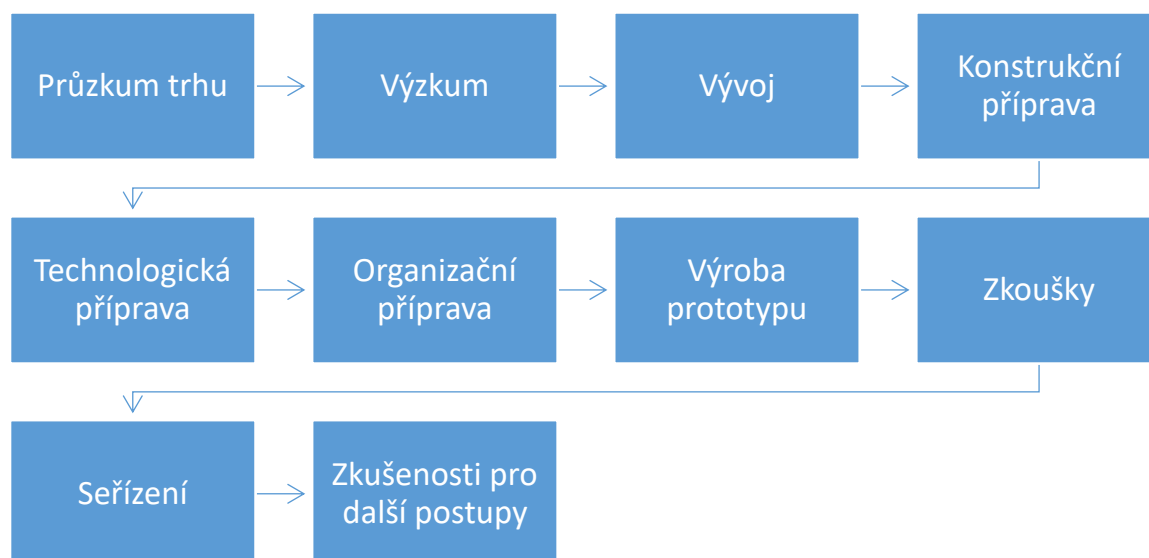
Obr. 1 Rozdělení technické přípravy výroby [5]

1.1 Struktura TPV

Technická příprava výroby nemusí obsahovat pouze nový produkt, který je vypořádan na průzkumu trhu a jeho potřeb. Lze do ní zařadit nejen inovaci stávajících výrobních postupů, ale i zvýšení kvality již vyráběných produktů. Snahou je zvýšit produktivitu nebo usnadnit práci zaměstnancům pomocí různých manipulátorů či jednoúčelových zařízení. Za pomoci těchto přístrojů je dosaženo snížení fyzické náročnosti. V neposlední řadě je to kompletní seřízení a odzkoušení provozu navržených výrobních postupů. Výstupem TPV je nutno zajistit konkurenceschopnosti produktu a efektivitu vlastní přípravy. Předtím, než se začne modelovat technický pracovní postup, je prozkoumán trh, vývoj a výzkum výrobku. V neposlední řadě se především orientuje TPV na požadavky zákazníka. [6,7,41]

Tři stupně TPV:

- Příprava prototypu z časového hlediska bývá tato příprava nejnáročnější
- Příprava k výrobě
- Zprovoznění výroby



Obr. 2 Schéma technické přípravy výroby [5]

1.2 Konstrukční příprava výroby

Konstrukční příprava výroby zajišťuje technologičnost konstrukce. Lze do ní zahrnout technický projekt, přípravu prototypu a jeho konstrukce, výroba a také kontrola nově uvedeného prototypu a příprava prototypu na sériovou výrobu. Konstrukční příprava společně s materiálovou přípravou se řadí do první fáze vývoje nového výrobku. [2,5,34]

1.3 Technologická příprava výroby

Technologická příprava výroby zajišťuje provozní schopnost výrobků za předpokladu splnění určitých technických podmínek. Dochází ke zmenšení pracnosti výroby a tím se snaží dosáhnout optimálního výrobního cyklu bez výrazných změn, pokud se tedy jedná o zaběhnutou výrobu. Některé z faktorů jsou ekologičnost a hospodárné využití surovin a materiálů, ze kterých produkt hotovíme. Základem je zajišťovat minimální odpady, popřípadě efektivní využití a recyklace odpadu. Snahou je při poměrně nízkých nákladech maximalizovat urychlení na vypracování TPV a zavedení do výroby. Technologičnost konstrukce je pojem, který se skládá z několika bodů, počínaje návrhem konstrukce, je zde zahrnuta i konstrukční příprava prototypu a kontrola výrobních výkresů. Kontroluje se a zdůvodňuje se volba materiálu pro navržený produkt. Dále je to účelnost vybraného postupu, například zda výrobek

odlévat, vykovat, lisovat či svařovat. Při navrhování produktu se usiluje o geometrickou jednoduchoost, ale i o dostupnost pro jednotlivá opracování. V poslední fázi se nachází dodržení jakosti povrchu a způsob měření produktu. Postup, jakým se bude technologická příprava výroby ubírat je dána způsobem výroby, typem výrobku a na úrovni výrobně technické stránky průmyslové společnosti.

Doložená dokumentace, přehlednost a obsah dokumentů hraje základní roli v urychlení a zkvalitnění přípravy TPV. Mezi tyto dokumenty se řadí pracovní postupy, výkresová dokumentace, technické a technicko-hospodářské normy a technologické návodky. Dokumentace může být využita i v závěrečných měřících zkouškách kvality v podobě měřících protokolů.

Technologické návodky se sestavují především v sériové či hromadné výrobě. Návodky obsahují stručný popis operací, které se mají provádět na pracovní pozici kvalifikovaným pracovníkem. Jsou zde obsaženy všechny informace - na jakém pracovišti se operace provádí, popřípadě jakým nástrojem produkt obrábět, jaký materiál použít k výrobě produktu počínaje kontrolou měření či opakovatelnost měření, čímž lze předejít výrobě zmetků. Pokud je vytvořen produkt, který se skládá z více součástí, tak je nutno vytvořit montážní postup součástí. V tomto dokumentu je obsažený podrobný a přehledný postup montáže tak, aby došlo ke zkrácení času a k plynulosti výroby.

Je třeba brát v úvahu, že není potřebné pro zaměstnance znát všechny informace týkajících se technologických příprav. Čím více informací se nachází na jednom místě, tím je větší šance, že dojde k hrubé chybě nebo omylu. Tudíž se technologové snaží o předání informací, které jsou nezbytně nutné pro vykonání operace, která je po zaměstnanci požadována. Např. montážní postup je obsažen pouze pro pracovníky na montážní hale nikoli pro pracovníky obsluhující obráběcí zařízení a naopak. [5,34]

1.4 Organizační příprava výroby

Organizační příprava výroby tvoří třetí stupeň celkové TPV. Především se zde řeší, jak zefektivnit a organizovat výrobní proces. Pod tímto pojmem si lze představit například uspořádání strojů v hale, pohyb nebo převážení jednotlivých produktů mezi jednotlivými technologickými operacemi. Počítat se musí i s komunikací pro zásobování hutního skladu materiálem, který je pořizován od dodavatele. Podstatou organizační přípravy výroby je snaha minimalizovat časové ztráty, které vznikají u materiálových a informačních toků a mnohočetných manipulacích.

Hlavním úkolem organizační přípravy je na základě informačních a hmotných toků sestavit neoptimálnější rozmístění pracovišť na navázání technologického procesu. Svoji roli hraje i skladování polotovarů čekající na danou technologickou operaci a skladování jednotlivých přípravků, které slouží např. k drobné změně vytvářeného produktu. Jestliže se zaměříme na rozmístění strojů ve výrobní hale, lze je podle jednotlivých faktorů rozdělit do skupin. Mezi tyto faktory patří rozsah výroby, typ výrobku, rozsah vybavení průmyslové společnosti a automatizace výroby, kde se snaží minimalizovat lidskou chybu. Velmi důležitým faktorem je ochrana pracovníků od nebezpečí. Součástí organizační přípravy výroby je specifikace norem, podle kterých se musí organizace řídit. Jedná se o normy organizačního charakteru, například stroje s vysokou hlučností či prašností budou odděleny nebo přímo rozděleny do jednotlivých hal či úseků. [2,6,7]

Organizování výroby lze rozdělit do 4 základních skupin:

- Volné uspořádání – Využívá se pro kusovou výrobu nebo na místech, kde nelze zcela určit materiálový tok a návaznost výroby. Činnosti výroby jsou různorodé
- Předmětné uspořádání – Jsou seřazeny postupně podle jednotlivých technologických operacích
- Modulární uspořádání – Seskupení stejných technologických bloků, kde každý z nich tvoří jinou technologickou funkci např. (zvýšení produktivity nebo sériovou výrobu). Výhodou je zkrácení pracovních i manipulačních časů. Vyšší nároky na technickou přípravu patří mezi její nevýhody.
- Buňkové nebo hnízdové uspořádání – Využití u velkosériové výroby. Zrychlení výroby, redukce časových prostojů při přesouvání mezi jednotlivými technologickými operacemi.

2 TECHNICKÉ A TECHNICKO HOSPODÁŘSKÉ NORMY

Norma pochází z latinského výrazu pro měřítko či pravidlo. Tudíž přesně popisuje důležité parametry, vlastnosti materiálu nebo pracovní postupy. Stanovení a její dodržení je požadováno například v technické výrobě, kde norma bude zaručovat danou kvalitu výrobku.

Soubor veškerých norem, který se v průmyslové společnosti vyskytuje, se může nazývat jako normativní základna. Pokud se příprava výroby společnosti rozdělí na jednotlivé sektory, tak základními normami jsou technické a technicko-hospodářské normy. Popřípadě se objevuje norma i v oblasti organizace výroby. [4]

2.1 Technické normy

Cílem technických norem je zdokonalování a zlepšení jak technické, tak i ekonomické úrovně výroby i výrobku. Aby mohla být norma vytvořena, je nutné normu provést standardizačním procesem nebo musí být převzata. Technické normy jsou vydávány Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví (ÚNMZ). Poté je společnosti přebírají a lze umožnit i jejich poupravení ve prospěch podniku. Změna však musí proběhnout bez zásadního porušení normy vydané ÚNMZ. Technické normy mohou mít odlišné úrovně např. podnikové, státní, evropské nebo světové.

Důležitým zdrojem informací, co se týče norem, je Věstník ÚNMZ, který obsahuje harmonizované a určené normy seznamu československých norem (ČSN), který se vztahuje k českým technickým normám. Dále také vydává seznam norem, které vycházejí v dalším měsíci, různé aktualizace nebo zrušení některých norem. Zavádí také nově zařazené normy, které se řadí do technické normalizace např. návrhy evropských norem CEN, CENELEC nebo ETSI k veřejnému projednání. [35]

Objektem technických norem jsou technologické postupy, jednotlivé konstrukce výrobků a také pracovní předměty či prostředky. Z hlediska potřeby organizace a řízení výroby dělíme normy do tří skupin:

1) Vstupní věcné prvky výrobního procesu

Především se jedná o vyjádření ohledně materiálového standardu, popřípadě dalších nakupovaných částech. Může do ní být zahrnuto i množství pracovních pomůcek, různých konstrukcí, výrobních linek a strojů. Vše náleží odborné znalosti technologických postupů a také vstupních a výstupních veličin celkového výrobního procesu. [4]

2) Výstupní prvky výrobního procesu

Tyto normy mají za úkol předejít zbytečné rozmanitosti konstrukčních prvků. Snaží se najít způsob, jak nejefektivněji sestavit libovolný výrobek dle principu stavebnicovosti. [4]

3) Činnost ve výrobním procesu

Smyslem této normy je najít jednotné technologické provedení, které se využívá v produkci u několika různých výrobků či sestav. Nejčastější podobnosti jsou – tvar, velikost a materiálové složení výrobku. Tudíž není zapotřebí měnit celý technologický proces nebo vytvářet nové postupy. [4]

2.2 Technicko-hospodářské normy (THN)

Technicko-hospodářské normy vyjadřují kvalitně a množství rovnoměrných vztahů mezi vstupními a výstupními prvky ve výrobním procesu. Minimalizují potřebu společenské práce u průmyslové společnosti. Tvoří důležitou složku normativní základny společnosti. Slouží k provedení několika funkcí, které se v podniku vyžadují. [30]

- Kontrolní – průběžné hodnocení kvality již zaběhnutých výrobních procesů. Snaží se dosáhnout opatření, které by pomohlo k předcházení likvidace výrobků.
- Plánová – zajišťují požadavky na vstupní prvky výrobního procesu (pracovní síla, hutní materiál)
- Stimulativní – hodnotí úspěšnosti vytvoření úkolů v hmotných procesech.
- Racionalizační – snižování nákladů, zdokonalení procesů a optimalizace
- Operativně řídicí – sestavení operativních plánů až k jednotlivým pracovníkům na pracovištích.

Rozdělení THN

- a) Podle objektu normování
 - Normy spotřeb
 - Normy kapacitní
 - Normy spotřeby práce
 - Normy zásob
- b) Podle účelu a doby platnosti
 - Plánované
 - Operativní
- c) Podle rozsahu
 - Vnitropodnikové
 - Podnikové
- d) Podle podrobnosti
 - Individuální
 - Souhrnné

2.2.1 THN – Spotřeb

Tyto normy stanovují spotřebovávání všech vstupních prvků, které jsou zapotřebí k realizaci výrobního produktu v určitém výrobním systému. Lze je dělit podle objektu normování (základní materiál, pomocný materiál, paliva a energie, náhradní díly nebo nářadí a přípravky). [30,4]

2.2.2 THN – Spotřeba materiálů

Normování spotřeby materiálu je důležitým krokem pro určení množství, které je potřebné pro určení jednotlivých materiálových položek. Norma udává „Jaké maximální množství spotřeby materiálu, které může být spotřebováno na jednotku výkonu.“ Norma dále udává maximální množství potřebného materiálu k vyrobení produktu v daných podmínkách.

Velikost normy spotřeby je závislá na druhu konkrétního výrobku, na způsobu výrobku, kvalitě materiálu, na kvalifikaci pracovníků a stavu dlouhodobého majetku.

Norma spotřeby materiálu se dělí na 3 části - užitečná spotřeba, technologický odpad a ztráty. Materiál, který se spotřebuje na vytvoření nového výrobku nebo zůstane ve výrobku

i po jeho opracování je spotřeba užitečná (S_u). Technologický odpad (S_t) není součástí nového produktu a může být vratný i nevratný. Za ztráty (S_z) se považuje úbytek materiálu přirozenou cestou (např. tekutina, která se vypařuje). [4]

Výpočet normy spotřeby se dá odhadnout různými metodami. Nebo pokusným měřením.

- **Výpočetně analytická metoda**

Využívá se pro hromadnou a velkosériovou výrobu se zaběhnutým procesem. Vstupním tokiem informací jsou konstrukční výkresy a technologické podklady. V základní části se analyticky počítá i se ztrátovým materiálem a odpadem. Rozšiřující varianta se snaží optimalizovat proces použitím lineárního programování tak, aby snížil neúčinnou složku.

- **Zkušební metoda**

Vychází zejména z testování spotřeby materiálu při ověření technologického procesu. Testování může proběhnout jak v laboratorních, tak v provozních podmínkách. Zkušební laboratorní metoda se dá použít za předpokladu, že ostatní metody jsou příliš pracné nebo může být použita z důvodu teoretické nejistoty. Vstupní informace u této metody jsou návody pro laboratorní zkoušku za laboratorních podmínek. Druhá varianta je provedení metody přímo v provozních podmínkách. Je však důležité, jak si předem připravíme měření.

- **Metoda technologické a konstrukční analogie**

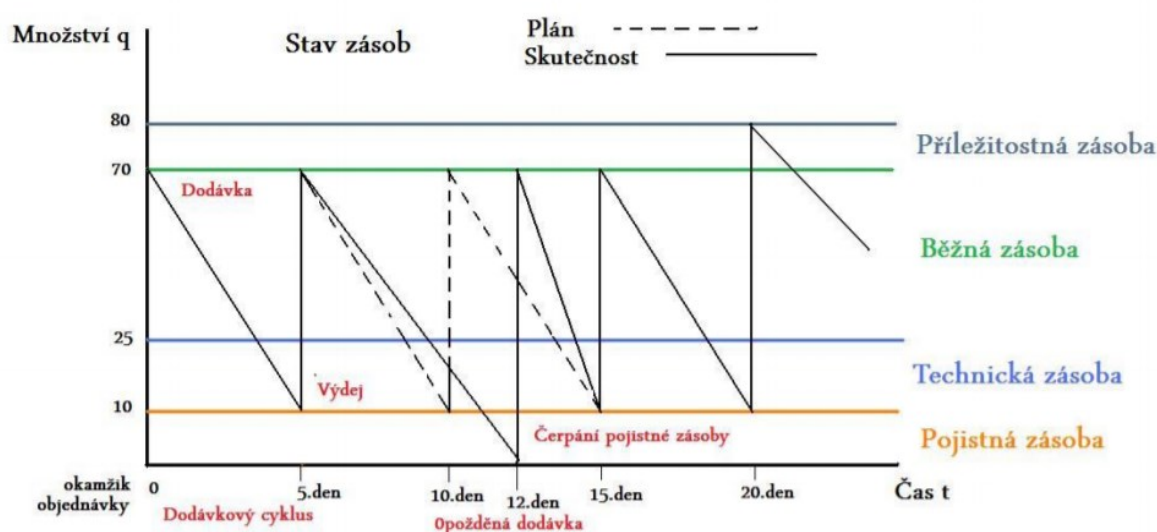
Lze použít u vytvořeného výrobku, u kterého je norma spotřeby stanovena relativně přesně. Také se může použít jen v případě, že se provede výroba, která obsahuje podobný typ, ale s rozdílem objemu či výkonu. Metoda se využívá pro učení celkového objemu spotřeby již ve zaběhnutém procesu.

- **Porovnávací metoda**

Pro různorodý sortiment je nejvhodnějším metodou, metoda porovnávací a lze ji zde použít do jisté míry. Jedná se i o kusovou a malosériovou výrobu a o podobnost výrobku v ohledu na konstrukční a technologický postup [4,36]

2.2.3 THN – Výrobní zásoby

Výrobní zásoby patří do skupiny důležitých faktorů, na které je potřeba se zaměřit při plánování technologického procesu a řízení výroby. Vyjadřuje ekonomicky přijatelné množství materiálu, které je zapotřebí pořídit na sklad materiálu z důvodu zajištění plynulosti výroby. Je nutné brát na vědomí i kolísání zakázek, jednotlivé odstávky strojů nebo odchylky. Zbytečně velké množství objednaných zásob představuje také problematiku, která musí být vyřešena. [4]



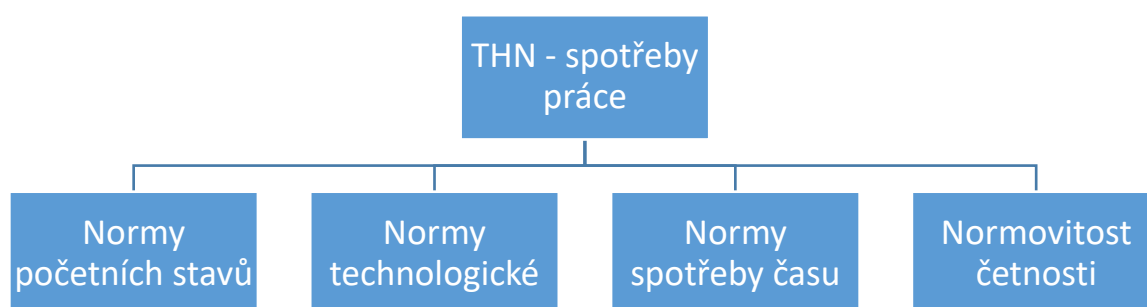
Obr. 3 Normování zásob [4]

Členění výrobních zásob se určuje podle druhu pořizovacích zásob a záměru použití zásob. Podle hrubého rozdělení to můžou být zásoby základních materiálů, vedlejších materiálů nebo paliva a energie. U rozdělení podle funkce příslušné výrobní zásoby se normy dělí na:

- Normy běžných zásob
- Normy technických zásob
- Normy pojistných zásob
- Normy minimálních zásob
- Normy maximálních zásob
- Normy sezónních zásob
- Normy havarijních zásob

2.2.4 THN – Spotřeby práce

THN spotřeby práce jsou označovány jako spotřeby pracovního času. Zjednodušeně obsahují potřebu živé práce pro daný pracovní výkon na určitém pracovišti a za stanovených podmínek. Spotřeba práce má hlavní roli v rozdělení pracovní doby. Také lze provádět ekonomické rozbory a propočty výrobních strojů v průmyslové hale a sčítání počtu pracovníků, kteří stroje obsluhují. Z těchto užitečných informací je možné sestavit harmonogram práce a díky jednotlivým pracovníkům lze množství zhotovené práce měřit. Spotřeba práce je také vhodná pro sestavení kalkulace. [4,6,7]



Obr. 4 Grafické rozdělení THN – spotřeby práce [6;7]

Normy početních stavů

Určují kolik pracovníků s určitou profesí je potřeba, aby byla zajištěna činnost organizačního celku.

Normy technologické

Snaží se dosáhnout ekonomicky nejoptimálnějších a dosažitelných podmínek činnosti výrobního procesu. Lze do něj zahrnout i výrobní stroj či zařízení, popřípadě i jednotlivé údaje o materiálu a nástrojích, kterými se obrábí daný materiál. Dále obsahují technické a technologické parametry strojů spadajících pod tyto normy (např. řezné podmínky, počet válců, síla tlaku atd.).

Normy spotřeby času

Normy se vztahují k jednotlivým operacím, které stanovují množství času. Jsou potřebné ke zhotovení pracovní operace nebo k určení výkonu množstevních jednotek za jednotku času. Za pomoci dnešní techniky lze tyto normy analyzovat na základě počítačových softwarů i za pomoci pohybových studií. Do nich lze zařadit diagramy pracovní, oběhové a

studie dráhy pohybu technologického výrobku. Abychom mohli normu ustanovit, tak je potřeba znát čas pracovníka. Ten lze rozdělat do dvou skupin - normovaný a nenormovaný čas. Do času normovaného se počítají obecně a podmíněčně nutné přestávky stanovené ze zákona. Zatím co čas nenormovaný je tvořen pouze ztrátami pracovníkem nebo technickými či organizačními nedostatky.

Normativy četnosti

Vyjadřují podíl normativní hodnoty určitého hlediska operace nepravidelně vyskytujícího úkonu pracovní činnosti na normě času dané operace. [36]

2.2.5 THN Kapacitní normy

Výrobní kapacitu lze chápat jako množství výrobků, která lze vyrobit za určitých podmínek na daném výrobním stroji nebo pracovišti. Technicko-organizační kritéria musí tolerovat efektivitu, kvalitu a bezpečnost práce pro pracovníky. Kapacitní normy lze rozdělit do 3 základních skupin:

- **THN výkonnosti**
- **THN využití časového fondu**
- **THN celkové kapacity**

THN výkonnosti

Výrobnost je vyjádřena v jednotkách výroby, které je možné vyprodukovat za zvolenou jednotku. Zvolenou jednotku (minuty, hodiny i směny). Sledovaná výrobnost je závislá na celkové pracnosti výrobku. Pracnosti zajišťuje informace ohledně množství práce, které je potřebné ke stanovené operaci.

Hodinová výrobnost

$$Vh = \frac{1}{N} [ks/hod] \quad (1)$$

Vh – hodinová výrobnost

N – čas za operaci (pracnost)

Směnová výrobnost

$$Vs = \frac{T}{N} [ks/směna] \quad (2)$$

Vs – směnová výrobnost

T – čas směny

N – čas za operaci (pracnost)

THN využitelného časového fondu

V průběhu časového období se využívá časového fondu pro zjištění, jak dlouho je možné využívat daný stroj, zařízení nebo pracoviště. Je zapotřebí se rozhodnout, jak se bude časový fond využívat. Při využití na projektování či plánování, se lze rozhodnout pro stanovení ročního, čtvrtletního, měsíčního nebo týdenního využití fondu.

THN celkové kapacity

Pomocí norem lze vypočítat celkové vyrobené množství na daném zařízení, stroji nebo výrobní lince za určité období, které se požaduje. Jedná se o reálnou normu výkonnosti.

2.3 Standardizace

Standardizací se rozumí systematický proces ve výběru, sjednocuje a stabilizuje jednotlivé varianty (např. postupy, variace řešení, vstupní prvky). Jejím záměrem je zmenšení rozmanitosti a nahodilosti v procesu výroby. Standard, neboli norma, lze všeobecně chápat jako předpis, doporučené vyjádření nebo závazné pravidlo. Standardizace se netýká jen vstupních prvků nebo výrobků, ale i činností a metod v oblasti řízení výrobního procesu. Základem pro kvalitní řízení je nastavit komplexní standardy, který obsahuje efektivní řešení výroby a řízení celého podniku za pomoci souborů a různých doporučených opatření. [20]

2.4 Význam standardizace

Do oblasti standardizace se zahrnují soubory, organizační předpisy, odpovědnost a pravomoc kvalifikovaných pracovníků. Lze ji chápat jako jisté omezení, které v jisté míře omezuje jisté inovace nových způsobů výroby nebo jiných konstrukcí či materiálových složení. Ve standardizaci je i obrovský přínos vzhledem k rychlosti organizování a přehlednosti výkonů.

Přínosem je i v oblasti nákupu či výrobních procesech a aspektech. Obecně lze říct že dodržování standardizace přispívá ke snížení nákladů pro výrobu produktu.

Finální výrobek využívá jednotlivých dílů, které se skládají ze specifického množství standardizovaných částí. Stavebnici lze využít pro jednotlivé typy výrobků, lze s nimi flexibilně manipulovat tak, aby byl zákazník spokojen. Finální výrobek můžeme označovat jako vrchol hierarchie. Tento výrobek se nadále dělí na sestavy, která se dále dělí na podsestavy. Nejnižší, avšak důležitou částí jsou z hlediska složitosti jednotlivé díly, a nakonec samotný materiál ze, kterého jsou díly zhotoveny.

Ve výrobních společnostech se řídí pomocí norem standardizace věcných vstupních prvků výrobního procesu. Podstata věci vyplývá z nalezení nejoptimálnějšího výběru procesu tak, aby mohli konkurovat posledním poznatkům, které vyplývají z nákupního trhu. Musí být zajištěn kvalitní stav výrobní techniky tak, aby došlo ke splnění kvality. Tato skupina norem se dělení na materiálové standardy a standardy strojů a zařízení.

Materiálové standardy se využívají pro volbu materiálu. Slouží k úspěšnému vyřešení logistických operací a snižuje náklady. Zatímco standardy strojů a zařízení se používají v oblasti údržby a oprav strojů. Díky nim předvídáme poruchy, zásobujeme náhradní díly a vytváříme jiné postupy u vynucených odstávek. Zabývají se i materiálovou, konstrukční a technologickou přípravou výroby. [20]

2.5 Komplexní standardizace

Komplexní standardizace představuje optimální výběr základních technologických postupů, řídicí procesy, normy a speciální listiny, zahrnuje jak vstupní, tak i výstupní prvky výrobního procesu. Dále jsou to jednotlivé pracovní činnosti, které zajišťují přeměnu materiálu. Řeší řadu výchozích předpokladů konkurenceschopného řízení výroby a nákupu. Plánování, organizace a řízení je založeno na základních informacích, které jsou využity celým výrobním podnikem. Na druhou stranu se zabývá i vyřešení rozporů mezi výrobou a nákupem, jako marketing samotný. Zjednodušeně všechny oblasti, co marketing obstarávají. Pokud je zhotovena komplexní standardizace, tak podnik je schopen urychlit přivádění nových produktů na marketingový trh. Podnik musí reagovat na požadavky zákazníka. Doplněním standardních prvků bude zvyšovat flexibilitu, kontrolovatelnost a efektivnost výroby. Jsou flexibilní i pro zhotovení individuálních potřeb za dosažením zisku, i když komplexní standardizace bývá často spojována s velkosériovou výrobou. [20]

3 TYPOLOGIE VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ

Výrobní systém je rozdělen na tři hlavní části - vstupy, výstupy (z výrobního systému, kde se vkládá materiál, vznikají hmotné produkty či služby) a transformační proces. Tento proces představuje hlavní složku celého výrobního systému. Přidaná hodnota popisuje rozdíl mezi hodnotou pro pořízení nákladů a hodnotou výstupů, co prošly již transformačním procesem. Výrobní systém neboli výrobní proces je možné dělit na mnoho jiných dílčích procesů.

Výrobní proces se dělí na tři fáze. Fáze předzhotovující, která obsahuje základní obráběcí nebo tvářecí operace. Následuje fáze zhotovující, jedná se výrobu podsestav ale i předmontáž. Finální fází je fáze dohotovující, což je celková konečná montáž výrobků.

Základem je prostorové uspořádání jednotlivých ploch, na kterém zaměstnanci vykonávají pracovní operace na určitých výrobcích za použití strojů nebo nářadí. Takové místo se nazývá pracovištěm a je rozděleno do dílen dle charakteru vyráběného produktu nebo technologické operace, která navazuje a operaci předešlou.

Pod pojmem výrobní dávka je zakomponováno množství výroby zadávaných nebo odebíraných součástí či dílů opracovaných na daném pracovišti nebo v časovém sledu. Výrobní série je tvořena těmito dávkami a vyjadřuje několik produktů jednoho provedení. Celková doba provedení se počítá od provedení první operace až po zabalení hotového výrobku v expediční hale. Tento cyklus se neustále opakuje a je nazýván výrobním cyklem. Výrobním taktem se označuje doba zhotovení mezi dvěma po sobě jdoucími výrobky. Posledním důležitým faktorem z oblasti výrobního procesu je efektivita, což jsou hodnoty vstupní a výstupní daného systému. [37]

3.1 Výrobní program

V praxi se kladou základní otázky ohledně vyráběného produktu, jeho množství a době zhotovení výrobku. Produkty lze rozlišovat podle jejich vlastností – výrobky hmotné či nehmotné, jakost povrchu, rozměr či tvar výrobku, složitost výroby nebo rozdíl mezi technologiemi, které se podílí na zpracování produktu.

Výrobní program se rozlišuje dle jejich šířky. To znamená, že společnost bude vyrábět buď jeden produkt anebo se zaměří i na zhotovení individuálních potřeb zákazníka. Poté se může výroba orientovat podle vztahu k odbytu na zákaznickou výrobu nebo výrobu pro trh.

Výroba pro trh je pečlivě zkoumaná tak, aby podnik byl schopen výrobky uplatnit a konkurovat jiným společnostem. Tato výroba může být označována jako výroba na sklad. Zatímco výroba pro zákazníka se domlouvá předem na daném typu výrobku, závazkem je i dodržení kvality, termínu a způsobu obrábění. Většinou si tyto kritéria stanovuje sám zákazník. Posledním kritériem, jak lze výrobní systém, množství naráz vyráběných kusů.

- **Kusová výroba**

Výroba si zakládá na principu individuálních zakázek, které lze zhotovit na universálních strojích např. horizontální frézky či soustruhy. Nevýhoda těchto strojů je obnovování nastavení. Další nevýhodou je dlouhá dodací lhůta a také předpovídání další zakázky.

- **Sériová výroba**

Sériová výroba se zaměřuje na výrobu daného množství kusů neboli série. Obráběcí stroje je potřeba před danou sérií předpřipravit (nastavit správné konstrukční přípravky). Do plánování musí být zařazena velikost zakázky a také se musí počítat se správným určením dávek a využít i zásoby, které jsou dostupné na skladě. Sériovou výrobu lze dělit na malosériovou a velkosériovou výrobu.

- **Hromadná výroba**

Výroba je vyznačována vysokou specializací, je stálá a časově nezávazná výroba. Tato výroba je obohacena o mechanizaci a automatizaci, které mají usnadnit pracovníkům fyzicky náročnou práci např. u výrobních linek by se měl zaměstnavatel měl snažit, aby byla odstraněna monotónnost práce. Tímto lze předejít zbytečným chybám, které mohou nastat lidskou nepozorností.

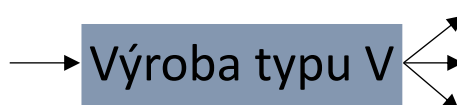
- **Druhovú výroba**

Druhovú výroba se považuje za flexibilnější výrobu, než je výroba hromadná. Jedná se také o druh masové výroby. Odlišuje se v možnosti změny vyráběného produktu na stejných speciálních strojích.

Typologie výrobního systému se odkazuje na jednotlivé postupy práce ve výrobě. Řadí se sem i výběr surovin a materiálů ze, kterých je produkt vyroben. Jedná se o základní kritéria s porovnáním s výše uvedenou klasifikací. Rozlišuje se technologické a organizační uspořádání.

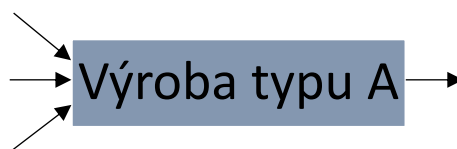
3.2 Technologické uspořádání

Technologické uspořádání lze pochopit jako typ materiálového toku. Jsou to vztahy mezi vstupními veličinami a výstupním produktem. Dále to může být spojitost určená podle průběhu materiálového toku. Lze hovořit o kontinuální či diskontinuální výrobě. Tato spojitost se může vztahovat i k prostorovým lokacím (produkt může provádět na jednom místě bez přerušení anebo se zpracovává na více pracovištích) – prostorově dislokační. Dále se dělí podle počtu výrobních operací a jejich zaměnitelnosti. Hovoří se tak o jednostupňové či vícestupňové výrobě.



Obr. 5 Výroba typu V-Analytický proces [8]

Počet výrobků je mnohokrát četnější než počet vstupních materiálů např. u chemicko – fyzikálního zpracování.



Obr. 6 Výroba typu A – Syntetický proces [8]

Jedná se o proces, který využívá velké množství komponentů na vstupu. Názorným příkladem je montážní sestava.



Obr. 7 Neutrální typ výroby [8]

Jedná se převážně o úpravu materiálu. Pod tímto typem si můžeme představit válcování pryže. Stejně množství je na vstupu i na výstupu. [8,37]

3.3 Organizační uspořádání

Organizační uspořádání výrobních procesů si zakládá na dvou principech – rozmístění výrobních operací v rámci výrobních pracovišť a technické uspořádání, které se snaží shlukovat podobné operace např. do jedné dílny. Výrobní prostor po celou dobu zakázky musí být jasně daný, jelikož se může lišit. Velkou tíhu odpovědnosti přebírá na sebe vnitropodniková logistika. Ta musí zajistit veškeré prostory pro mezisklady, kde se odkládá nedokončený výrobek. [37]

3.4 Předmětné uspořádání

Předmětné uspořádání se nezabývá technologií, ale snaží se jednotlivé výrobní pracoviště naskládat do po sobě jdoucích pracovních úkonů. Aby došlo k odstranění čekacích dob a zmenšení počtu meziskladů, je potřeba koordinovat výrobní proces. Avšak za pomoci a ochoty pracovníků jej nelze dosáhnout. Nevýhodou tohoto uspořádání je návaznost jednotlivých operací (pokud se vyřadí z provozu jeden stroj, tak dojde k nečekanému zastavení celé firmy). Předmětné uspořádání může mít dvě formy.

Jedna z forem výrobního procesu je jednotný materiálový tok. Celá výroba je orientovaná na jeden základní produkt a zásadou je lineárnost výroby. Z hlediska času se můžou dělit na spojitě procesy, které mají nepřerušovaný proces výroby a je jednotlivě propojen pomocí dopravního systému nebo jiných dopravních prostředků. Procesy nespojitě jdou využít pro přeskočení nějaké operace s tím, že je možnost se navrátit k předešlé operaci.

Druhá forma popisuje výrobu v centrech a snaží se, aby bylo prostorové rozložení pracovišť co nejeefektivnější. Pokud probíhá materiálový tok náradí a připravovaného výrobku plynule a plně automaticky, nazývá se pružně výrobním systémem. Pokud jsou obráběcí centra neustále a manuálně čárka se hovoří o výrobních hnízdech.

3.5 Druhy výroby

U pásové výroby lze nejlépe využít předmětný princip, protože se dá zaručit plynulý chod výroby a za využití dopravníkových pásů se výrobky bez nějakých větších potíží přesouvají mezi jednotlivými pracovišti. Nevýhoda pásové výroby jsou její náklady na její zařízení. Odměnou je však časová efektivita, jednoduchá kontrola a plánování. Další možná výroba je nazvána jako dílenská. Druhy výroby jsou rozvrženy do dílen podle typu čin-

nosti, které jsou si podobné a jsou k nim přiřazeny i pracovní prostředky. Jedná se o flexibilní výrobu, která může efektivně pracovat s kolísáním poptávky. Nevýhodou je, že vznikají mezisklady kvůli, kterým rostou náklady na celkovou výrobu. Skupinová výroba je kombinace předchozích dvou výrobních procesů, tudíž lze snížit množství meziskladů. Tím klesnou začáteční náklady a také se zrychlí vnitropodniková doprava. U tohoto procesu není podnik schopen reagovat na změny v poptávce. [37]

Do poslední typologie členění výrobního systému se řadí typy podle použití vstupů v závislosti na jejich využití:

- Materiálově intenzivní
- Informačně intenzivní
- Kapitálově intenzivní
- Pracovně intenzivní
- Podle jakosti
 - Produkce s konstantními vstupy
 - Produkce s nepravidelnou úrovní vstupu

4 INFORMAČNÍ SYSTÉMY V TPV

Informační systém obecně nemá stanovenou jednotnou definici. Jedná se o různé terminologie a zohledňují se jiné aspekty. Z jistého hlediska lze definovat, že se jedná o systém, který má vzájemně propojený tok informací a jednotlivých procesů. Proces je funkce, při které dochází ke zpracování informací. Vytáhne si informace ze vstupu a následně je přemění na informace výstupní. Tyto informace představují data sloužící k rozhodování a řízení systému. Informační systémy (IS) lze považovat za softwarové vybavení firmy. Díky čemu je firma schopna řídit veškeré problémy a procesy.

Hlavním důvodem, proč je důležité vlastnit kvalitní informační systém je efektivnost řízení společnosti, a hlavně konkurenceschopnosti výroby. Tato situace je zapříčiněna prudkým vzrostem informatizace komunity a v posledních letech došlo k několikanásobnému vzrůstu objemu finančních investic do informačních technologií.

V dnešní době se neustále posouvají technologie a technologické postupy dopředu. Vývoj informačních systémů za nimi rozhodně nezaostává. Dnešní informační systémy mají širokou škálu funkcí přes řízení investic, účetnictví, jednotlivé objednávky až po pravomoce pro jednotlivé zaměstnance ohledně využívání firemních subjektů, dokumentů a spoustu dalších funkcí. Informační systémy zajišťují komunikaci a jednání se státními orgány nebo možnosti propojení s jednotlivými databázemi či kontroly stavu skladovacích zásob a docházky zaměstnanců.

Za pomoci IS lze urychlovat dynamiku trhů a jednotlivých výrobních technik. IS se využívá u návrhu výrobků, technologické přípravy výroby, ale také i pro uzavření obchodních smluv se zákazníkem a dodání výrobku. Rapidní zlepšení jde dosáhnout i u vyhodnocování informací a zlepšení chodu výroby za dosažením zvýšení zisku. Díky systému se efektivně vyhodnocují informace o konkurentech a jejich produktech. Dosáhne se tím včasné reakce na jejich optimalizaci výroby či samotného produktu.

Kvalitní informační systém by měl obsahovat informace, které vloží do úschovny, kde zajistí analýzu a poté je předá procesům k vypracování. Informace se týkají vlastní činnosti jako je výroba, evidence zákazníků, zaměstnanců, stav a vývoj výrobků. Musí obsahovat také moduly pro zjednodušení a urychlení výroby, tedy hlavně urychlení a zlepšení efektivity při návrhu nového výrobku a tvorby nové přípravy výroby i její řízení. Obsahovat by měla i komunikaci nejen se zákazníkem přes počítačovou síť, ale i se zaměstnanci a jednotlivými pracovními úseky. Aby informační systém zvýšil svou maximální výkonnost je, nutné

aby obsahoval informace o konkurenci, celosvětovém trhu, jednotlivých trendech technologické výrobní místa kde se firma nachází a mít informace jakým směrem se bude firma bude posouvat.

TPV umožňuje plánování kapacit a jejich využití, tvorbu jednotlivých dokumentů jako jsou návody, sledování výrobního cyklu a kontrolu. Systém tak umožňuje pozorovat průběh výroby, smazat přebírá veškeré množství informací a lze ho využívat i pro jednotlivé nákupy v rámci firmy a její fakturace. Díky rozsáhle integrační schopnosti systémů je možno získat jakýkoliv praktický údaj a pracovat s ním. Ne vždy je dobré mít z hlediska řízení a přehledu o pracovní činnosti veškeré informace, popřípadě využívat funkce, které nám TPV zpomalují.

Důležitým bodem je samotná správa informačního systému. Údržba a spravování stávajícího informačního systému znamená proniknout do něj a provést jeho úpravu bez toho, aby došlo k narušení celého systému, což je za jistých okolností velmi složité vzhledem k propletení jednotlivých sítí. Stárnutím systému je zapotřebí vyhodnotit, zda je ideálním řešením investovat do úprav stávajícího systému novými aplikacemi nebo celý software pořídit v novější a často propracovanější verzi. Pro méně finančně náročné náklady lze systém pouze renovovat.

Informační systém můžeme v podnikové struktuře rozdělit do jednotlivých úrovní. Každý typ úrovně má specifické vlastnosti. Provozní úroveň se považuje za základní, jelikož se zabývá každodenní činností podniku, sledují se i platební transakce (příjem plateb a výdej výplat). Mluví se tedy o realizaci výrobních zakázek. Řídící tok dokumentů zajišťuje úroveň znalostí. Jedná se i osobní tok informací či samotné kancelářské aplikace. Řídící úroveň se zabývá plněním administrativních úkonů a podporuje rozhodování. Tato úroveň se využije především u středního a vrcholového managementu. Poslední strategická úroveň se využívá jen ve vrcholovém managementu, kvůli důvodu odhalení trendů. Buď to přímo ve společnosti nebo i mimo společnost. Zabývá se analýzou, zda je podnik schopen flexibilně reagovat na různé změny na trhu. [8,10]

5 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

Výrobky, které vznikly sléváním, tvářením nebo kování často vyžadují další výrobní operace, aby došlo k zhotovení požadovaného produktu, který si zákazník žádá např. odstranění okují. I přes zvyšující se dominanci plastových dílců je zapotřebí udržovat kovoobráběcí průmysl nezbytný např. k výrobě kovových forem pro vstřikující dílce. Nejčastěji se využívá víceosých obráběcích center, ve kterých lze dělat i nadrozměrné výrobky. Technologie se rozděluje na dvě hlavní skupiny – konvenční, ve které jsou zahrnuty technologie třískového obrábění a nekonvenční, ve kterých se k obrábění používá jiný druh energie. [1,3,32]

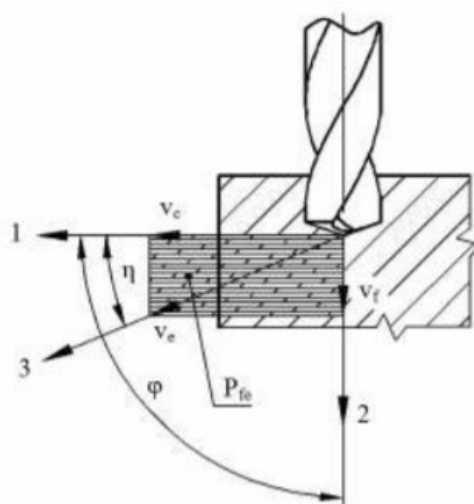
5.1 Konvenční technologie

U konvenčních technologiích využíváme nástroj k odebrání materiálu obrobku. Tento odebíraný materiál se mění na formu třísek. Do konvenčních technologiích řadíme soustružení, vrtání, broušení a frézování. Obrábění probíhá ručně i strojně, kdy se pro strojní obrábění využívá obráběcích strojů či center. [1,14]

5.1.1 Vrtání

Při vrtání děr se nejčastěji používá dvoubřitého nástroje. Hlavní řezný a vedlejší pohyb je proveden vrtacím nástrojem. Hlavní řezný pohyb je rotační, pohyb vedlejší řezný je posuvný přímočarý. Tato technologie se dělí na několik různých druhů operací. K těm základním patří:

- Vrtání neprůchozích děr - je vrtání jen do určité hloubky materiálu.
- Vrtání do plna - operace, při které se dosáhne vyvrtání průchozí díry přes celou šířku materiálu.
- Vrtání na jádro – výhoda spočívá v nepotřebnosti stroje s vysokým příkonem.
- Vrtání na věnec - vrtá se pouze drážka po obvodu a jádro zůstává uvnitř vrtáku. Tento typ vyvrtávání lze aplikovat i do železobetonu a betonových skruží. Jedná se o korunkové vrtáky, které mají diamantové segmenty po obvodu.
- Vrtání dokončovací - zahrnuje zahlubování, vyhrubování a vystružování. Zahlubováním zvětšujeme již předvrtanou díru. Tento nástroj odebírá největší množství materiálu. U vyhrubování a následně vystružování dochází ke zlepšení jakosti vyvrtané díry.



Obr. 8 Schéma vrtání [1]

1 – směr hlavního pohybu, 2 – směr vedlejšího posuvného pohybu, 3 – směr řezného povrchu, v_c – řezná rychlost, v_f – posuvová rychlost, v_e – rychlost řezného pohybu, φ – úhel pracovního pohybu, η – úhel řezného pohybu.

Řezná rychlost se definuje jako obvodová rychlost nejvzdálenějšího bodu řezné dráhy od osy otáčení. Řezná rychlost v_c patří do základní složky parametrů vrtání a je součástí rychlosti řezného pohybu. Vypočítá se pomocí základního vzorce:

$$v_c = \frac{\pi * D * n_c}{1000} \quad (3)$$

v_c ...řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]

D ... průměr řezného nástroje [m]

n_c ...otáčky řezného nástroje [min^{-1}]

Zvláště u vrtání je rychlost jednotlivých bodů. Ve směru ke středu vrtáku se rychlost zmenšuje a v jeho středu je řezná rychlost nulová. Jedná se tedy o problematiku, která u vrtání vzniká -kvůli nepříznivé geometrii vrtáku se v samé podstatě neodebírá třísku, ale materiál se v tomto místě deformuje. Proto je nutné, aby výrobci dodávali tabulky s nejvyšší obvodovou řeznou rychlostí, která lze použít. [1,14]

Posuvová rychlost v_f je spočítána pomocí tohoto vzorce:

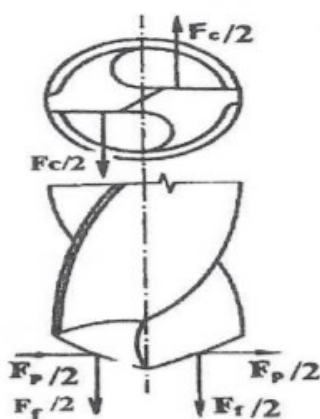
$$v_f = f * n_c \quad (4)$$

v_f ...posuvová rychlost [$\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$]

f ...posuv řezného nástroje [mm]

n_c ...otáčky řezného nástroje [min^{-1}]

Dalším nutným parametrem je řezný výkon. Abychom jej mohli určit je zapotřebí zjistit rozložení sil při vrtací operaci.



Obr. 9 Řezné síly [1]

F_c – řezná síla, F_f – posuvová síla, F_p – pasivní síla

Výpočet řezného výkonu je následující.

$$P_c = \frac{F_c}{2} * \frac{v_c}{60} = \frac{F_c * v_c}{120} \quad (5)$$

P_c ... posuvová rychlost [W]

F_c ...posuv řezného nástroje [N]

V_c ...otáčky nástroje [$\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$]

5.1.2 Frézování

Frézování lze zařadit do třískového obrábění za pomoci vícebřitého nástroje, který vykonává hlavní rotační pohyb, přičemž obrobek vykonává pohyb vedlejším posuvem či přísvem. Běžně se využívá pohyb ve třech osách, ale v dnešní době je technologie tak vyspělá, že lze obrábět v pěti osách. Nehovoří se však o frézovacích strojích, ale o obráběcích centrech. [22]

Jednotlivé nástroje se nazývají frézy, které se rozlišují dle geometrie, způsobu upnutí a počtu zubů. Lze zhotovit i různě tvarové plochy roviny, drážky a ozubená kola. Frézy se upínají do vřetena stroje označováno pojmem frézka. Při obrábění se musí brát v potaz velké množství vedlejších parametrů, které mohou poškodit finální produkt - tuhost stroje, správné zvolení řezných podmínek a pevnost uchycení výrobku

Frézovací centra v dnešní době zvládnou nesmírně velké množství úkolů. Dříve se jednotlivé postupy dělaly na přímo nastavených strojích. Tím docházelo k nežádoucím chybám – např. upínání obrobků se provádělo několikrát, tudíž se vyskytovali chyby v nepřesnosti upnutí. U frézovacích center se využívá CAM Systém díky kterému lze najít efektivnější řešení obrábění za dosažení optimálního využití nástroje, ale za takových podmínek, aby nedošlo k jeho přetížení. Systém dokáže vypočítat dráhy nástroje, vyhodnotit optimální řezné podmínky, hloubku řezu atd. Hovoří se o adaptivním obrábění, které zajišťuje maximální výkon za maximální bezpečnosti.

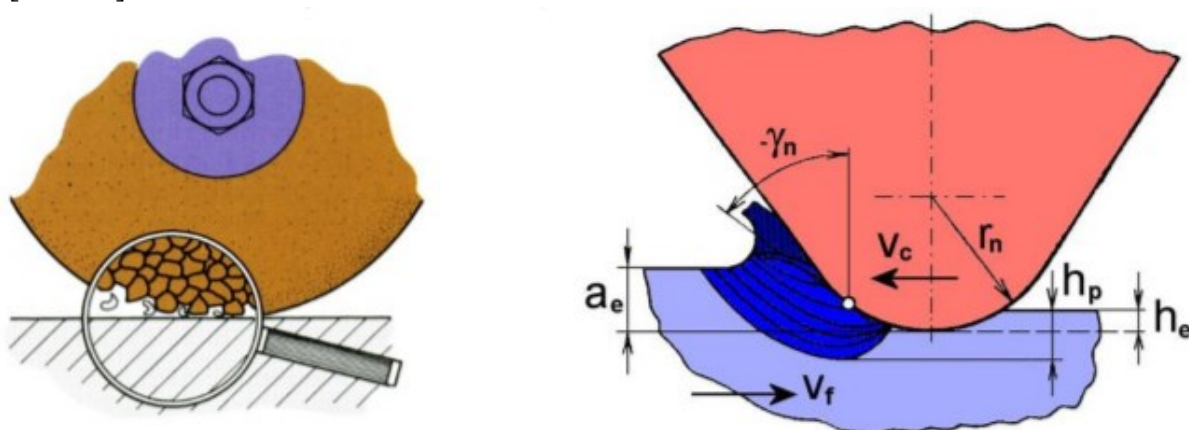
Frézování lze využít u kusové či malosériové výroby, a to hlavně z důvodu flexibility strojů a jejich programování. Tento typ technologie se snaží obrábět materiál tak, aby vznikalo co nejmenší množství odpadu (třísek). Před spuštěním operace frézování stojí k zamýšlení, jestli nelze využít jinou metodu obrábění. Rozhoduje se také o volbě velikosti stroje a typu stroje. Typy modelů se dělí do několika základních skupin - frézky, konzolové, portálové, rovinné, stolové a speciální. Mezi hlavní parametry při volbě frézky se řadí velikost stolu, na kterém je možné zpracovávat výrobek, rozmanitost otáček, která je zapotřebí u různých materiálů obráběných na stroji. Dále jsou to parametry motoru, na kterých závisí, jaké množství materiálu lze odebrat bez kolize či poruchy materiálu. V případě této práce, která se zabývá výrobním postupem formy, která může dosahovat rozměrů v řádech metrů se hovoří o frézovacích centrech s obráběcí plochou 6x6 metrů. [14,22,38]

5.1.3 Broušení

Broušení se považuje za dokončovací operaci. Pomocí této technologie lze dosáhnout velké přesnosti, geometrické správnosti a výborné jakosti povrchu. V dnešní době se tolerance broušení pohybuje až v tisícinách milimetru. Díky broušení forma při montáži dokonale do sebe zapadá a těsní. Brousící kotouč je specifický v tom, že jeho zrna jsou nepravidelně rozmístěna po jeho obvodu. Brousící kotouč není jediným nástrojem, který se využívá. Existují i segmentové kameny, které se upínají do brousící hlavy, kde jich může být několik desítek. Nástroje u této technologie mají výhodu v tom, že se nemusí naostřovat, jedná se o

tzv. samoostřící schopnost. Brusná zrna, která jsou obsažena v nástroji se po určitém času obrábění natolik otupí, že dojde k jejich vylomení a zbytky vylomených zrn dovedou obrábět materiál za stejných podmínek, jako před jejich deformací. Řezné rychlosti u tohoto typu obrábění dosahují hodnot pohybující se okolo 50 m.s^{-1} . Při začátku procesu dochází k ohřevu a zlepšení obrobitelnosti materiálu. Hlavní řezný pohyb je rotující a vykonává jej nástroj. Vedlejší pohyb je posuvný a může být vykonáván jak obrobkem (stůl) tak i nástrojem. [9,14,33]

Zatímco u metod třískového obrábění je geometrie břitu jasně daná, u brousícího břitu se úhly neustále mění a často nabývají záporných hodnot. Správně nastavená řezná rychlost má kladné vlastnosti na plochy, které obrábí. Při vysokých řezných rychlostech dochází k mnoha změnám v procesu oblasti obrábění. Ty nejdůležitější ovlivňují tvorbu třísky a její pěchování. Broušení snižuje primární i sekundární plastické deformace. [9,14,33]



Obr. 10 Detail brousícího kotouče [9]

v_f – posuvová rychlost [m.s^{-1}], v_c – řezná rychlost [m.s^{-1}], γ_n – úhel čela, r_n – zaoblení, a_e – tloušťka záběru, h_p – hloubka vzniku třísky, h_e – tloušťka pěchování třísky

U technologické operace broušení dochází mezi obrobkem a nástrojem ke vzniku tepla natolik velkého, že dokáže roztavit kov a vytvořit kapičky, které odletí nebo se spálí. Z důvodu odebrání tepla v místě broušení a zaručení odvodu malinkých zrněk je nutné využívat velké množství chladicí kapaliny. Při broušení lze řeznou rychlost považovat za rychlost obvodovou. Tato rychlost je daleko vyšší oproti jiným typem technologií. Typ pojiva použitý v brousících nástrojích má značný vliv na zvolení řezných podmínek. Řezné kotouče mohou být spojeny keramickým nebo pryskyřičným pojivem, které navíc obsahuje skelná vlákna. Přisuv do řezu se pohybuje v rozmezí setiny až desetiny milimetru. V konečné fázi se používá princip tzv. vyjiskřování, což je závěrečná operace při, které se nechá spuštěný brousící

posuv bez přidaného přísuvu, tudíž se obrábí na prázdno. Rozměrově se přesní plocha a dojde k vyrovnání pružných deformací soustavy. Lze zhotovit i šikmé tvary osazení. Nevýhodou je však potřeba tvarově speciálních nástrojů. [9,14,33]

5.2 Nekonvenční technologie – Elektroerozivní obrábění

Nekonvenční technologie v poslední době našly na trhu nezastupitelnou pozici. Tyto technologie se charakterizují tím, že na odběr materiálu využívají tepelné, chemické, elektrické nebo mechanické energie. Lze je různě kombinovat např. elektrochemické. U nekonvenčních technologií je nástroj nahrazen materiálem, který by za normálních podmínek výrobek zásadním vlivem nijak neobráběl. Avšak po dodání jistého druhu energie vzniká nástroj, kterým lze obrábět i těžko dostupná místa či členité obrobky. Díky těmto technologiím dokážeme vyrobit tvarově velmi složité výrobky. Zvládnou vytvořit složité vnitřní dutiny nebo ostré přechody ploch. Tyto metody se využívají tam, kde by konvenční technologie naráželi na své limity.

Elektroerozivní obrábění si zakládá na obrábění pomocí elektrických výbojů. K samotnému úběru materiálu je docíleno pomocí napětí mezi nástrojem (elektrodou) a obrobkem, který je ponořen do kapalného dielektrika a jsou od nástroje vzdálen o předepsanou hodnotu.

Výsledkem napětí mezi oběma elektrodami je elektrické pole. Místo, kde je vzdálenost mezi elektrodami nejkratší nebo v místě, kde je poměrně vysoká koncentrace vodivých částic dojde k lokální emisi elektronů z katody (nástroje). Tyto elektrony se urychlují v důsledku vzniklého elektrického pole a narážejí do částic dielektrika. Tímto vzniká ionizace neboli tvorba kladně nabitých iontů. Po určitém čase nastane průraz dielektrika, vytvoří se vodivý kanál a začne téct proud. Elektrony anody a ionty katody předávají kinetickou energii ve formě tepla. I přes časově krátký výboj dojde k výskytu teplot v průměru 6000 °C. Po skončení výboje dojde k odpaření materiálu, který tuhne do malých kuliček, které se vyplaví v dielektriku. Čerstvé dielektrikum se přidává do místa výboje, odstraněný materiál se vyvrhne a zbytek roztaveného materiálu, který nebyl vyvrhnut se zakalí a vznikne tzv. bílá vrstva. Tato vrstva má martenzitickou strukturu a ovlivňuje mechanické vlastnosti obrobku. Před přivedením dalšího impulsu se nechává určitá doba sloužící pro odplavení dielektrika s obrobeným materiálem. Takto se celý cyklus opakuje s určitou frekvencí po celé ploše výrobku.

Typy elektroerozivního obrábění lze rozdělit do dvou druhů a to na:

- Výboj s elektrickou jiskrou

Výhoda tohoto typu je, že využívá krátký impuls s nízkou hodnotou výboje, ale za vysoké frekvence. Výboje s elektrickou jiskrou mají menší úběr materiálu. Tímto druhem se zhotovuje především finální obrábění nebo drátové řezání.

- Výboj s elektrickým obloukem

Od předešlého typu se vyznačuje dlouhým trváním výboje, vyšší hodnotou výboje a nižší frekvencí. Teplota, která se vytvoří v místě výboje se pohybuje okolo 3600 °C. Výboje s elektrickým obloukem se využívají pro hrubování výrobku. [3,29,31]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

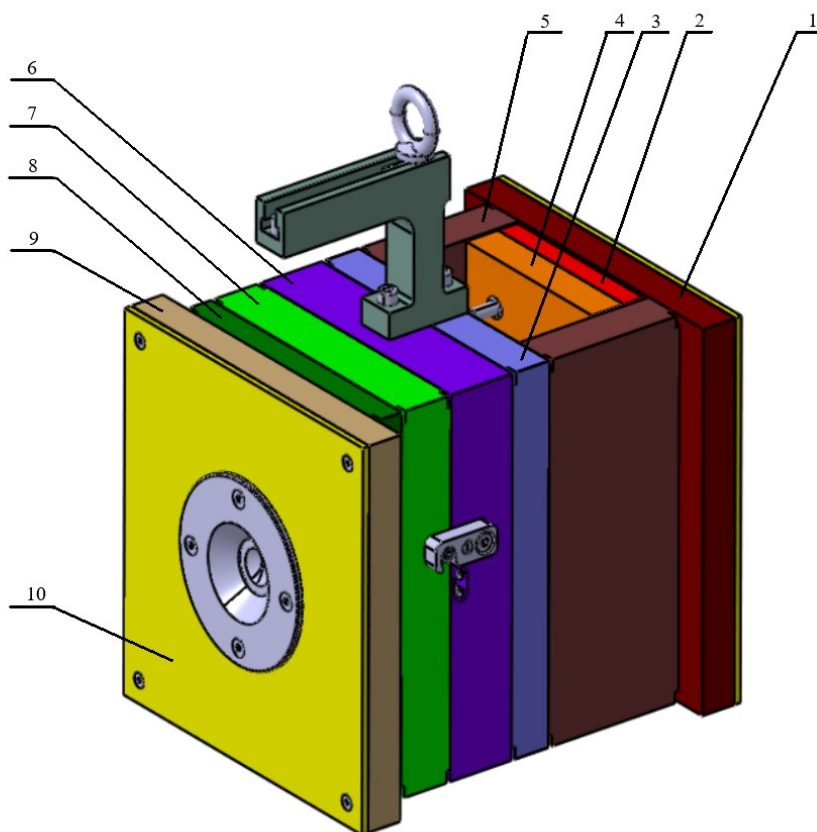
Cílem diplomové práce je vytvořit technologickou přípravu výroby desek, tvárníku a tvárnice pro vstřikovací formu za pomoci následujících podmínek:

- ❖ Dodržení normalizace
 - Z důvodu využití komponentů ve formě, které dodržují normy a jistou kvalitou.
- ❖ Minimalizovat kooperaci
 - Snaha provést výrobu v jedné společnosti
- ❖ Použití obráběcího centra DMU 50
 - Přístup ke stroji na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně
- ❖ Kontrola desek za využití moderní techniky
 - Je využita moderní technologie laserové triangulace pro měření povrchu a konfokální sondy pro měření otvorů.
- ❖ Vygenerování dráhy nástrojů
 - Pro případné obrábění desek na frézovacím centru.

7 KONTROLA VYROBITELNOSTI VSTŘIKOVACÍ FORMY

Vstřikovací forma byla zadána v programu CATIA V5 a slouží pro vstřikování ventilačního dílu, který zastává funkci konektoru. Samotná forma se skládá ze dvanácti desek. Materiál určený pro výrobu všech desek byla zvolena uhlíková nástrojová ocel, označována jako EN 1.1730 (ČSN 19 083) kromě desek izolačních. Mezi přednosti této oceli patří dostatečná tvrdost zakalené vrstvy, vysoká houževnatost a velmi značná necitlivostí na kalící trhliny. Ocel má i dobrou tvárnost za tepla a dobrou obrobiteľnosť v žíhaném stavu. Desky jsou dodány již broušené s předem určenou hodnotou opracování i s přídatky na obrábění na bočních stranách. Za kvalitu opracování odpovídá dodavatel. Před zahájením obrábění desek je provedena vstupní kontrola. Následně se tak i postupuje při vytváření samotných programů. Je důležité zkontrolovat výrobitelnost, zda je možné provést a obrobiť jednotlivé prvky. Pokud je nějaká chyba nalezena, je provedena diskuze a snaha najít jiné alternativní řešení tak aby nedošlo k zásadnímu změně vstřikovací formy. V tomto případě se pouze jednalo o špatné zhotovení drážky pro tzv. „O“ kroužek, který má za úkol kvalitně těsnit otvor mezi deskami tak aby nedocházelo k vedlejšímu úniku chladicího média. Hlavní rozměry formy jsou 250x260x308 mm. Samotná montáž do vstřikovacího využívá závěsného oka navrženého na vstřikovací formě. Za pomoci jednoduchého manipulátoru či jeřábu může být forma komfortně, a hlavně v celku vložena do stroje, kde se jen forma zajistí. Nedochází pak ke zdoluhavé montáži nebo v opačném případě demontáži. Veškeré komponenty, co jsou obsaženy ve formě, která je znázorněna na *Obr.11* jsou převzaté z virtuální knihovny od firmy HASCO. Všechny komponenty jsou normalizované, a proto je důležité při výrobě jednotlivých desek dosáhnout kvalitního a přesného opracování. Samotné desky mají ofrézované rohy do hloubky 3 mm, a to z důvodu lepšího rozebírání formy. Může dojít ke kolizím, či se může jednat o pravidelnou údržbu formy nebo výměnu jednotlivých komponentů, které mají do jisté míry omezenou životnost. Mezi nejdůležitější částí při konstrukci vstřikovací formy určitě patří určení dělicí roviny. V této vstřikovací formě je výlisek navrhnout tak aby zůstal na pohyblivé straně formy, kde následně dojde k vyjmutí za pomoci vyhazovacího systému. Dalším důležitým bodem je zhotovení tvárníku a tvárnice. Tyto dvě dutiny mají značný vliv především na kvalitu povrchu vzhledové strany. Vyrobění tvárníku a tvárnice v tomto případě nelze provést na stroji, který pracuje na principu konvekční technologie. Dutiny tvárníku a tvárnice obsahují malé otvory či vybrání a ve spojitosti s hloubkou dutiny není možné zhotovit, jinak než za pomoci nekonvekční technologie. Jedná se o technologii elektroerozivního obrábění, která bude na zhotovení použita. Tvárník i tvárnice budou před-chystané

na frézovacích centrech a jako posledním krokem bude vytvoření dutiny pro vstřikovaný plast. [15,40]



Obr. 11 Vstřikovací forma

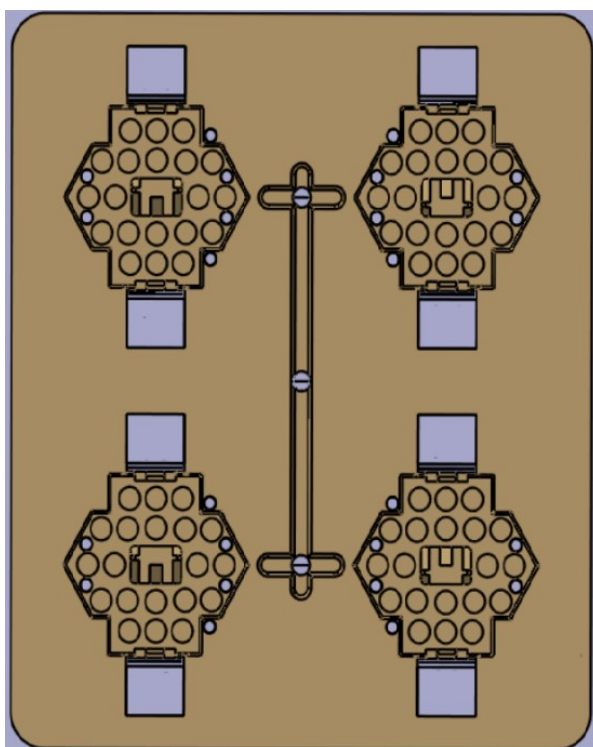
1 – Upínací deska levá; 2 – Vyhazovací deska B; 3 – Opěrná deska levá; 4 – Vyhazovací deska A; 5 – Rozpěrná deska; 6 – Deska tvárníku; 7 – Deska tvárnice; 8 – Deska opěrná pravá; 9 – Deska upínací pravá; 10 – Izolační deska

7.1 Rozváděcí kanálky

Forma je konstruována tak, že využívá studený vtokový systém. Vtokový systém musí být konstruován správně, aby došlo k zaplnění dutiny formy ve stejnou dobu. Také se musí dbát na to, aby nedocházelo ke tvorbě slepých míst a vznik studených spojů, které mohou mít vliv na deformaci výrobku. Rozváděcí kanálky jsou lichoběžníkové a jsou umístěny na straně tvárníku. Aby mohla tavenina zaplnit dutinu formy tak je zapotřebí zhotovit přesné otvory na tvárnici, které jsou navíc pod úhlem. Tyto prvky jsou taktéž zhotoveny na obráběcím centru DMU 50.

7.2 Násobnost formy

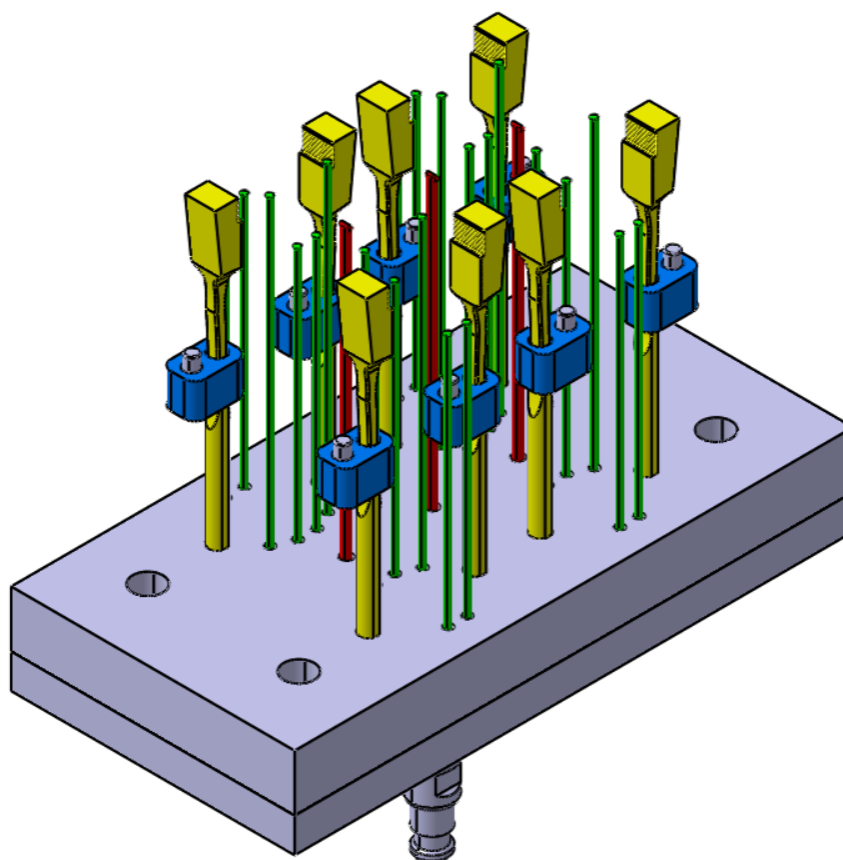
Forma zadaná pro výrobu konektoru pro ventilační díl je stanovena jako čtyřnásobná. Pro volbu násobnosti formy se musí brát v potaz důležité parametry. Jeden z nejdůležitějších parametrů je hlavní rozměr tvárníku. Vzhledem k velikosti výrobku lze poté odhadnout kolik kusů je možné na tvárníku vyrobit. Podřadným problémem je rozvod jednotlivých kanálků. Jedná se o to, zda budou splněny veškeré podmínky a délky kanálků budou vyhotoveny tak, že tavenina dorazí do dutin formy ve stejnou dobu. Dalším bodem je ekonomická stránka výroby. Vše se odráží na komunikaci se zákazníkem a splnění jeho požadavků. Také jestli se bude jednat o dlouhodobou spolupráci či nikoliv. Od těchto parametrů se odráží celkový požadovaný počet vyrobených kusů a správně zvolená násobnost formy.



Obr. 12 Zobrazení násobnosti formy a rozváděcího kanálku

7.3 Vyhazovací systém

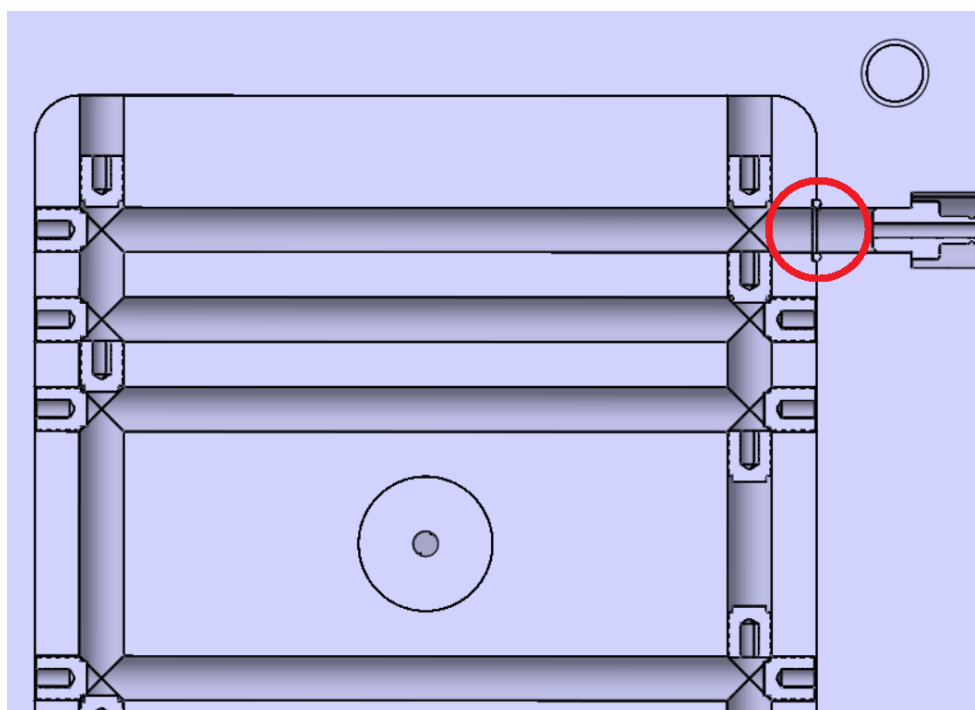
K rovnoměrnému vyhození vylisku ze sestavy dochází za pomoci 27 válcových vyhazovačů. Tři z nich jsou o průměru 4,2 mm na *Obr. 13* jsou označeny červenou barvou a zbytek o průměru 3 mm barvou zelenou. Při otevření formy je požadováno, aby vylisek zůstal na straně tvárníku, a tak došlo k jeho vyjmutí. Kolíky jsou umístěny tak aby nezasahovali do pohledové strany a nevznikali otisky. Celkový zdvih byl předem stanoven a nezahrnuje žádný problém při vyhození vylisku. Do vyhazovacího systému je zahrnuto také 8 pružných vyhazovačů poznačené žlutou barvou. Jejich funkce spočívá v tom, že jsou uloženy do formy ve stavu před-pruženém a při jeho vysunutím se automaticky vyhne do strany a tím způsobí uvolnění vylisku. Válcové vyhazovače jsou zapuštěné do vrchní desky, která je označena jako deska vyhazovací A, které jsou přikryty druhou deskou vyhazovací označena B. Celá sestava vyhazovacího systému je upnuta na táhlu.



Obr. 13 Vyhazovací systém

7.4 Temperační systém

Temperační systém sloužící pro odvod přebytečného tepla pomocí kapalného média nejčastěji vody nebo oleje. Ve tvárníku i tvárnici jsou vyvrtány díry do kterých jsou nainstalovány předem normalizované součásti, a proto musí být dosažené kvalitního a přesného zpracování otvorů tak aby došlo k dokonalému utěsnění otvorů a kapalina tak mohla procházet navrženou cestou. Kanálky mají průměr 8 mm. Součástí temperačního systému patří i gumové těsnění známé jako „O“ kroužky, které mají za úkol těsnit přechody mezi deskami viz. *Obr. 14*. Při kontrole vyrobitelnosti byla zjištěna chyba týkající se zhotovení drážky. Prakticky nebylo možné nijak drážku obrobít a zhotovit. Nově navržená drážka byla předělána a obrobena na tvárnici, kde se nijak nezmění její funkce ve formě. Jestliže by po změně docházelo v těchto místech k propouštění temperačního média je možné použít pouze gumové těsnění o větším průměru tak, aby došlo k dokonalému utěsnění mezi deskami. Zvolením větší tloušťky těsnění může dojít k vyčnívání gumového kroužku do dutiny temperačního systému a tím může dojít k jeho zanesení nebo ke zvýšenému opotřebovávání těsnícího kroužku. Teoreticky však dutinami prochází médium, které je čistě kapalně a neobsahuje žádné nečistoty. Tudíž proudící kapalina nemá vliv na deformaci „O“ kroužku.



Obr. 14 Zobrazení špatně navržené drážky ve tvárnici

8 VOLBA STROJŮ A OBRÁBĚCÍCH CENTER

V následující kapitole jsou obsaženy technické parametry strojů, které byly zvoleny z hlediska dostupnosti pro výrobu jednotlivých desek formy. Jelikož materiál, který bude obráběn je již předem vybroušený na patřičnou tloušťku od dodavatele, není zapotřebí již dále výrobek brousit. Kvalita opracování povrchu, která je dosažena za pomoci následujících technologií je dostačující.

8.1 Univerzální frézka OPTImill MT 230 S

Tenhle typ univerzální frézky je zvolen pro širokou škálu jeho využití. Není určen pouze pro obrábění kovů, ale i jiných železných a neželezných materiálů. V tomto případě po kontrole polotovaru dodaného od externího dodavatele je zapotřebí jednotlivé rozměry, především v ose X a Y zarovnat a úhlovat. Postup byl navržen tak, aby hlavní rozměry desky byli již připraveny a je možno se soustředit pouze na frézování složitých tvarů či vrtání jednotlivých otvorů na obráběcích centrech.



Obr. 15 Univerzální frézka OPTImill MT 230 S [13]

Velmi tichý chod zajišťují broušená převodová kola, která jsou navíc ponořena do olejové lázně, kde dochází k neustálému promazávání. Na *Obr. 15* je možné vidět, že stroj má robustní těžkou a masivní konstrukci. Co se týče všech vedení obsažených na stroji, tak jsou kalená a nastavitelná pomocí klínových lišt. Snadné ovládání prvků zajišťují velká ruční kola

se stupnicí, digitální odměřování polohy a strojní posuv, který je poháněn servomotorem a lze jej regulovat z ovládacího panelu. Strojní posuv je zajištěn ve všech osách X, Y a Z. Masivní velký křížový stůl, přesně vybroušený a obsahující i nastavitelné koncové dorazy. Díky otočné frézovací hlavě, která je otočná o 360°, je možné frézovat v jakémkoliv úhlu.

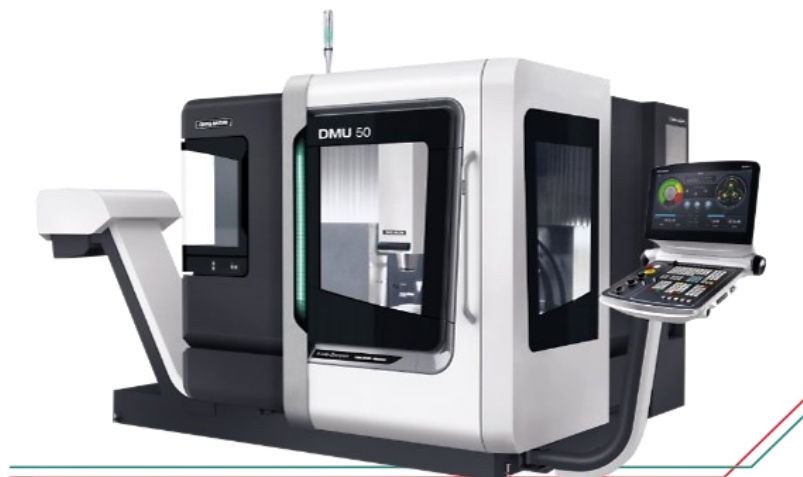
Max. průměr stopkové frézy:	25 mm	Rozsah posuvu-osa Z:	400 mm
Max. průměr nožové hlavy:	160 mm	Rozsah strojního posuvu-osa Z:	320 mm
Vyložení:	290-910 mm	Rychlost strojního posuvu-osa Z:	23–625 mm/min
Rozměry pracovního stolu:	1600×360 mm	Rychloposuv-osa Z:	600 mm/min
Max. zatížení stolu:	400 kg	Otáčky:	60–1750ot/min
T-drážky počet:	3	Počet rychlostních stupňů:	12
T-drážky velikost drážky:	18 mm	Min. vzdálenost vřetene a stolu:	190 mm
T-drážky rozteč:	80 mm	Max. vzdálenost vřetene a stolu:	590 mm
	ISO50	Úhel otáčení frézovací hlavy:	360 °
Rozsah posuvu-osa X:	1300 mm	Výkon motoru horizontálního vřetene:	5500 W
Rozsah strojního posuvu-osa X:	1220 mm	Výkon motoru vertikálního vřetene:	4000 W
Rychlost strojního posuvu-osa X:	30–830 mm/min	Výkon motoru chladícího čerpadla:	90 W
Rychloposuv-osa X:	1200 mm/min	Příkon:	12000 W
Rozsah posuvu-osa Y:	300 mm	Elektrické připojení:	400 V
Rozsah strojního posuvu-osa Y:	220 mm	Rozměry (š × v × h):	2520×2030×2160 mm
Rychlost strojního posuvu-osa Y:	30–830 mm/min	Hmotnost:	2800 kg
Rychloposuv-osa Y:	800 mm/min		

Tab. 1 Technické parametry Optimill MT 230 S [13]

8.2 Univerzální 5 -ti osá CNC frézka DMU 50

Jedná se o obráběcí centrum, které obsahuje naklápěcí a zároveň i otočný stůl. Tudiž je možnost využití pro širokou škálu operací. Ať už se jedná o složité tvarové plochy či díry v horizontálních polohách. Výhoda je ta, že je možnost minimalizovat počet upnutí a zhotovit tak výrobek na jedno upnutí. Ne vždy lze dosáhnout pouze jednoho upnutí a zhotovit veškeré

tvarové profily. Tento stroj byl vybrán z důvodu přístupnosti na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.



Obr. 16 CNC centrum DMU 50 [21]

Lože stroje se skládá z jednoho kusu. Tudiž je zajištěna optimální tuhost stroje. Pohon s kulčkovými šrouby zajišťují přesné polohování stolu. Stroj navíc obsahuje chlazená ložiska, která zvyšují jeho přesnosti při polohování. V rámci systému je obsažen i digitální pohon ve všech osách. Na stůl je možné upnout obrobek o hmotnosti až 300 kg. Co se týče jeho naklonění je možnost dosáhnout úhlu až 110°. Alternativy pro řízení a ovládání stroje může být za pomoci softwaru SIEMENS či HEIDENHAIN. Stroj je plně připraven na všechny druhy automatizace. Při automatické výměně nástrojů lze využít u stroje 16/30 či dokonce 60 nástrojových pozic. Jednotlivé nástroje nesmí přesáhnout délku 300 mm z důvodu maximální výšky při obrábění, která nesmí přesáhnout tuto hodnotu. Maximální průměr nástroje by neměl přesáhnout průměr 130 mm, pokud jsou zajištěné prázdné pozice vedle v zásobníku je možné mít průměr i větší. Díky systému ERGOline je práce maximálně uživatelsky přívětivá je obsažen i multitouchový monitor, který zahrnuje ergonomické aspekty a zdůrazňuje univerzálnost stroje.[21,24]

Pracovní prostor			Volitelný systém pro výměnu nástrojů		
Pojezd X / Y / Z	mm	500/450/400	Kapacita	místa	16
Hlavní pohon			Hmotnost nástroje	kg	6
Rozsah otáček	rpm	20-14.000	Maximální délka nástroje	mm	300
Napájení pohonu	kW	14,5/20,3	Maximální průměr nástroje	mm	80/130
Točivý moment	Nm	121	Volitelný systém pro změnu nástroje s řetězem a dvojitým úchytem		
Posuv			Kapacita	místa	30/60
Rychloposuv X/Y/Z	m/min	30	Hmotnost nástroje	kg	6
Maximální tahová síla X/Y/Z	kN	4,8	Maximální délka nástroje	mm	300
Stůl v klidové poloze			Maximální průměr nástroje	mm	80/130
Upínací plocha	mm	750x500	Hmotnost stroje/ připojené hodnoty		
Maximální zařízení	kg	500	Weight	kg	4,48
Integrovaný otáčecí stůl			Síla	kW	21
Upínací plocha	mm	ø630x500	Maximum aktuální hodnocení	A	31
Maximální zatížení	kg	300			
Rozsah otáčení	Stupně	-5/+110			

Tab. 2 Technické parametry DMU 50 [21]

9 VOLBA NÁSTROJŮ PRO OBRÁBĚNÍ

Pro obrábění desek jsou zvoleny nástroje, které jsou určeny pro zhotovení hrubovacích prací nebo dokončovacích metod a ztvárnění jednotlivých otvorů, průchozích či neprůchozích děr. Jedná se o nástroje, které jsou využívány, jak pro strojní obrábění jako jsou rohové frézy, vrtáky nebo dvoubřité frézy tak i ruční sadové závitníky. V praktické části budou nástroje zapsány zjednodušeně do tabulek jako T01, T02, T03 atd. V závorkách poté je označený průměr a délka jednotlivých nástrojů. Veškeré nástroje jsou převzaty od firmy Walter, která se specializuje na výrobu nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami.

9.1 T01 Rohová fréza M4132

Jedná se o volbu univerzálního systému, při kterém je možnost dosáhnout co nejvíce možností u frézování. M4132 zvládne všechny obráběcí úkoly s pouze jedním typem břitových destiček. Snižují komplexnost a náchylnost výroby a také zvyšují její hospodárnost. Obrábění je možné u všech ocelových a litinových materiálů taktéž u nerezových ocelí i u těžko obrobitelných materiálů. Vyměnitelné destičky jsou navíc povlakované výkonným řezným materiálem Tiger-tec Silver. Což je povlak, který dodává destičkám mimořádnou houževnatost. Odolnost vůči teplotním změnám za mokra i za sucha a silně redukované tribochemické opotřebení díky hladkým čelním plochám. Stříbrný hřbet, který je součástí destiček je indikační vrstvou pro nejsnazší zjištění opotřebení. Základní tvar destiček je s úhlem hřbetu 15 stupňů. Úhel má pozitivní vliv na frézování a dochází ke snižování výkonu, klesá spotřeba energie a zvyšuje se hospodárnost. Firma Walter se zabývá výrobou břitových destiček a těl fréz u kterých provádí kompletní evidenci a bilanci stopy CO₂. Evidence se provádí od příjmu surovin až po expedici hotového výrobku.



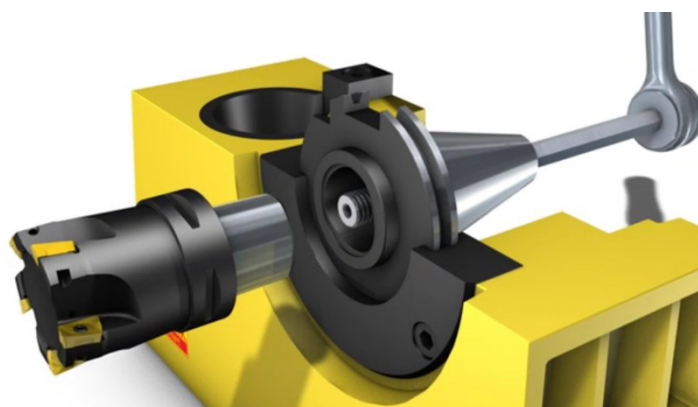
Obr. 17 Rohová fréza M5130 [11,12]

Modulární nástrojové systémy mají širokou škálu využití a s pomocí standardizovaných prvků je možné poskládat sestavu, která je optimálně přizpůsobena pro danou aplikaci. Relativně malý sortiment je schopen poskládat obrovské množství nástrojových kombinací a lze tedy využít jednoho nástrojového systému v rámci celého podniku bez ohledu na obráběcí stroje. Pro upnutí nástroje, který je zobrazen na *Obr.17* je využíván nástrojový systém Coromant Capto. Kombinace nástrojových sestav, které lze složit pro soustružení, frézování, vrtání a výrobu závitů. Rozhraní vřetene u obráběcích center jsou malá, střední, velká a zvláště velká viz. *Tab. 3*

	Strmý kužel (ISO/DIN, MAS-BT, CAT-V)	BIG-PLUS® (ISO/DIN, MAS-BT, CAT-V)	HSK-A	Coromant Capto®
Malá	30	30	40, 50	C4, C5
Střední	40	40	63	C6
Velká	50	50	100	C8, C10
Zvláště velká	60	-	125, 160	C1

Tab. 3 Zobrazení rozhraní [16]

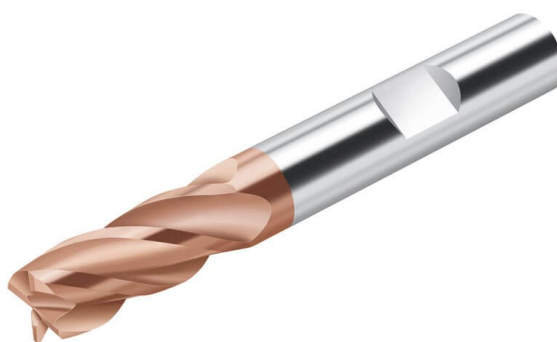
Při upínání nástroje jsou využité nástavce o různých délkách a redukční adaptéry. V diplomové práci jsou desky navrženy tak, že dochází k frézování za pomoci nástroje T01 pouze na povrchu. Tudíž se nemusí využívat prodlužovacích nástavců. Montáž je provedena v přípravku viz. *Obr. 18* nebo je možné využít klasického svěráku k upnutí nástroje. Nástroj T01 se nasadí na redukční adaptér, který je následně přichycen za pomoci vnitřního šroubu k upínacímu trnu opatřený ISO kuželem, který se vloží do frézovací hlavy. K dosažení tuhosti je nejlepším řešením využít co nejkratší nástrojové sestavy. Nejlépe pomocí celistvých adapterů.



Obr. 18 Montáž nástroje T01 [16]

9.2 T02 Fréza dvoubřitá MC232 Perform

Nástroje, které jsou ve skupině řady perform se považují za ekonomicky výhodné řešení v poměru s cenou. Frézy jsou konstruovány pro velkou hospodárnost a pro široké možnosti využití. Využívá se především na různorodé operace jako jsou frézování plných drážek, boční frézování, spirálové zanoření nebo frézování kapes. Rozsah průměrů nástroje se pohybuje od 2 do 20 mm.



Obr. 19 Fréza dvoubřitá MC232 Perform [12]

Nástroj T02 má válcový tvar a na konci stopky je vyfrézována drážka, díky které je nástroj upnut v upínači Weldon. Tento druh upnutí patří k nejjednodušším. Využívá mechanického upnutí pomocí šroubku, který zajišťuje přenos kroutícího momentu. Nevýhoda upínače Weldon je obvodová házivost, která je způsobena právě dotahováním šroubku a dochází tak k vyosení těla nástroje.

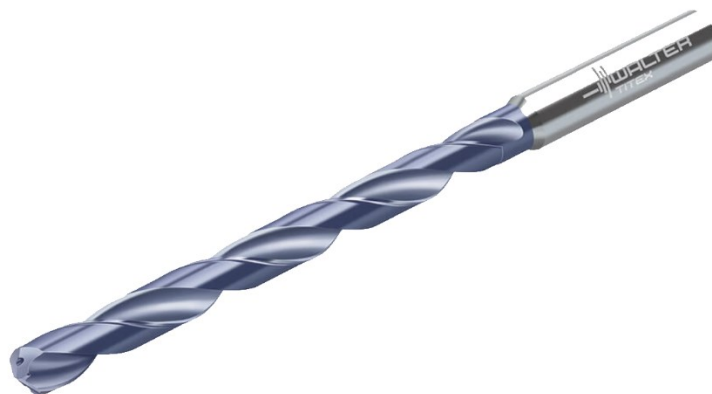


Obr. 20 Monoblokový adaptér [12,16]

9.3 T03 Šroubovitý vrták DC150

Výhodou šroubovitého nástroje je možnost upnutí na všechny upínače, které se využívají při běžném vrtání. Jedná se tedy o kleštinové upínání, silové upínací pouzdro či hydraulické

pouzdro. Mezi další výhodou patří jeho univerzálnost v obrábění všech materiálů. Chlazení nástroje je možné provádět jak z vnější, tak i z vnitřní strany nástroje. Materiál nástroje je slinutý karbid a jeho vrcholový úhel je 140°



Obr. 21 Šroubovitý vrták DC150 [12,18]

9.4 T04 Strojní závitník

Strojní závitník je použitý ve frézovacím centru z důvodu předřezání závitu do hloubky 5 mm. Snahou je tak předejít k zalomení závitníku. Následně budou závity dořezány pomocí nástrojů T05.



Obr. 22 Strojní závitník [12]

Adaptér ER využívá kleštinového způsobu upnutí nástrojů. Jedná se o upnutí nástrojů s válcovou stopkou, které jsou zobrazeny na *Obr. 21* a *Obr. 22*. Postup při upínání nástroje do kleštinového adaptéru je následující. V první kroku se vloží kleština z pružné oceli s průměrem odpovídající průměru stopky nástroje. Následně je nasazen kroužek a nástroj. Pomocí klíče se kroužek dotahuje a tím dojde ke sevření kleštiny, která zaručuje tuhé

a přesné upnutí. Upnutí do trnu se může provádět přímo na stroji nebo na stolním svěráku, kde je montáž nástroje pohodlnější pro obsluhu.

9.5 T05 Sadový závitník

Závity jsou dořezávány ručně za pomoci sadových závitníků, je tak zaručena kolmost, díky předřezání závitu na frézovacím centru. Vratidlem dochází k otáčení a díky němu je závit řezán. Sadové závitníky se skládají ze tří druhů. Ze závitníku předřezávacího, řezacího a dořezávacího. Tyto závitníky se liší mezi sebou pouze v náběhu do předvrtané díry. Při řezání se používají různé typy olejů. Při zámečnických pracích se nejčastěji využívá olej řepkový, z důvodu odvodu tepla způsobené řezáním. Chladicí médium má vliv i na odebrání třísek z prostor závitu.



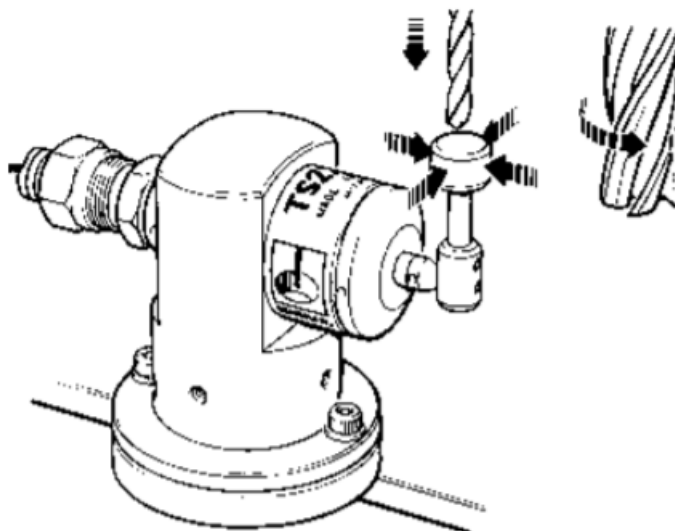
Obr. 23 Sadové závitníky [23]

10 TECHNOLOGICKÝ PROCES VÝROBY

Technologický proces výroby již začíná v technické kanceláři, kde dochází k rozdělení jednotlivých součástí vstřikovací formy. Součásti lze rozdělit na součásti normalizované, které jsou se následně získány od dodavatele a na součásti, pro které je nutné použít technologické operace za dosažením výsledného produktu, který se musí shodovat s výsledkem. V dalším kroku dochází k objednání polotovarů pro výrobu tvárnice, tvárníku a jednotlivých desek desek. Pokud mají desky normalizovaný tvar tak je dodavatel schopen doručit desky již v broušeném stavu a přídatky na obrábění na jednotlivých stěnách tak nejsou nutné. Pokud se jedná o výrobu atypických rozměrů tak je potřeba počítat s obráběním desek na požadované rozměry tím se však navýší spotřeba. V tomto případě by vzniklo velké množství odpadu, což je v dnešní době neekonomické a je snahou dosáhnout co nejmenších hodnot vytvořeného odpadu. Snahou je co nejvíce využít odpad k dalšímu použití či recyklaci. Při příjmu polotovarů v hutním skladě dochází k ošetření jednotlivých desek. Formou čištění od nečistot, které vznikly při přepravě nebo odstranění konzervovaného oleje, který slouží jako ochrana proti korozi, a tak je zachována kvalita. Dochází ke vstupní kontrole. Kde se měří hlavní rozměry a drsnost. Měření za pomoci ručního měřidla *M05 Handysurf*. Který okamžitě vyhodnotí měření na svém displeji. Z dosažených výsledků se rozhodne, zda broušená kvalita odpovídá našim zadaným požadavkům. V našem případě se jedná o polotovary, které jsou rozměrově normalizované. Tudíž se nepředpokládá dodání materiálu s nevyhovující kvalitou. Vstupní kontrola není povinností, ale díky ní jsme schopni předejít komplikacím ve výrobě. Součástí vstupní kontroly může být zjištění chemického složení jednotlivých desek využitím spektrometru.

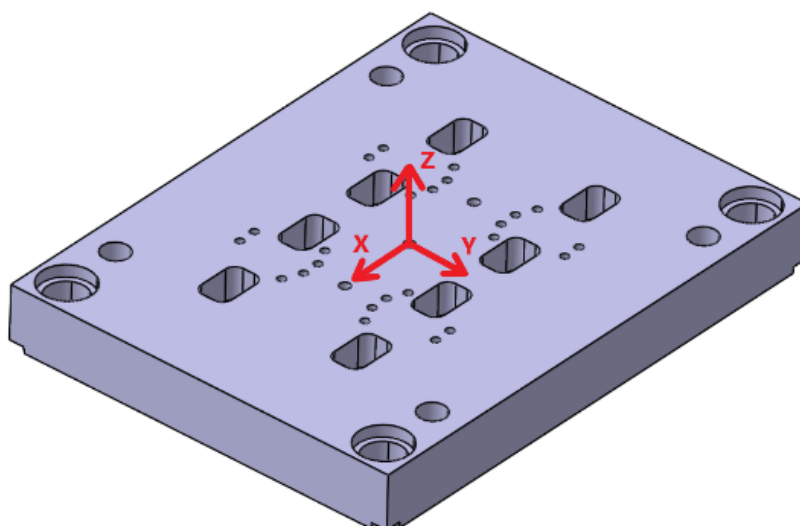
Před umístěním polotovarů do obráběcích center a tím tak spuštění proces obrábění se musí vytvořit tzv. NC kód. V kódech je obsaženo nespočetně velké množství informací, které se týkají pohybu nástrojů, jsou zde obsaženy jednotlivé funkce týkající se automatické výměny nástrojů, spuštění otáček či chladicí kapaliny a je zde také zahrnutá korekce nástroje. Korekce se může provádět před každou výměnou nástroje. Na pracovním stole je umístěno zařízení zobrazené na *Obr.24* Slouží pro korekci nástroje a je umístěné tak aby nedošlo k jeho poškození. Nástroj před spuštěním programu najede nad válcovou stopku. V prvním kroku se nástroj dotkne ve směru osy Z. Program si tak zapamatuje hodnotu a zapíše výšku nástroje. Obdobně pokračuje v nastavení osy X a Y. Statické nastavení korekce probíhá především u vrtáků a závitníků. Rotačního nastavení spíše využívají čelní válcové frézy a frézy

o velkém průměru. V našem případě se jedná o kusovou výrobu. Tudíž je dobré využít korekce u všech zvolených nástrojů. V dnešní době je možné využít i bezkontaktní nástrojové sondy. Je schopna kontrolovat lineární i radiální profily.



Obr. 24 Kontaktní korekce nástrojů [17]

Základním prvkem je správné zvolení nulového bodu, který je zobrazen na Obr.25. Od nulového bodu se odečítají hodnoty pro nájezd nástroje pro jednotlivé pohyby. Jelikož jsou všechny desky symetrické tak se nulový bod zpravidla umísťuje doprostřed desky.

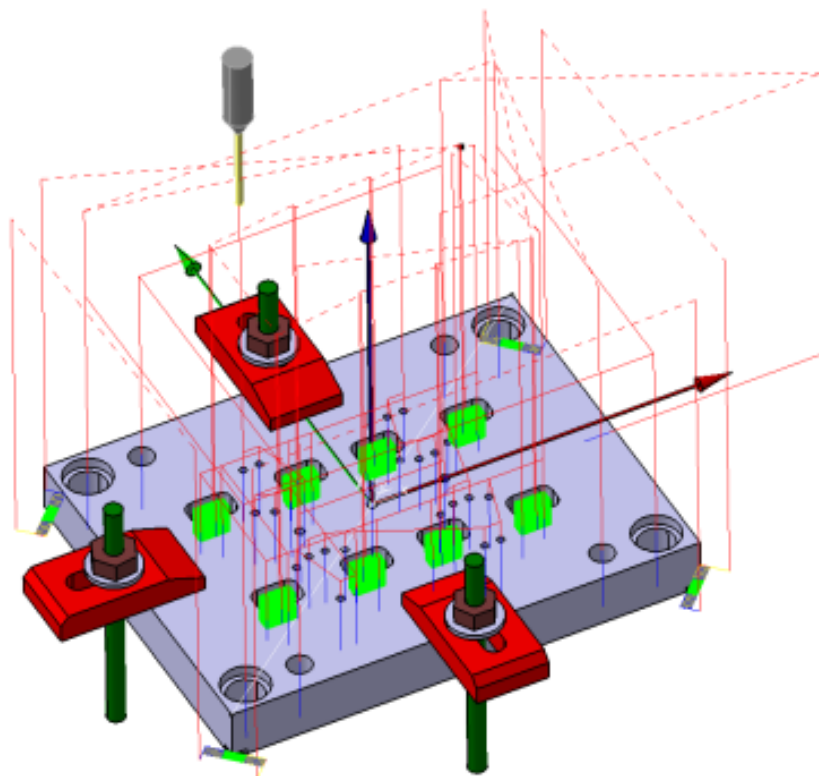


Obr. 25 Zobrazení nulového bodu

NC kódy jsou vygenerované ze softwaru, který je určen a přizpůsoben pro obráběcí úkoly. Než je kód vygenerován je zapotřebí definovat i jednotlivé nástroje. Pro zrychlení programování většina softwarů již zahrnuje elektronické knihovny nástrojů či širokou škálu obráběných materiálů. Nástroje většinou mají nastavené výchozí parametry, tudíž je nutné

nástroje přesně definovat podle reálných nástrojů obsažené v zásobníku obráběcího centra. Na jejich základě je software schopen doporučit optimální řezné podmínky. V mnoha případech se podmínky upravují ta, aby došlo k využití strojů v plném rozsahu. Software obsahuje velkou řadu možností, ohledně způsobu generování dráhy nástroje. Při konturování či hrubování se lze bavit o způsobu spirálovitého úběru materiálu nebo tzv. cik – cak. Nejčastěji se využívá kapsování a profilové konturování kdy nástroj přesně obepisuje ofsetovou trajektorii profilu.

Na *Obr.26* jsou vygenerované dráhy nástroje u opěrné desky levé. Při dokončení vrtačího cyklu v kruhovém otvoru se nástroj přesune k další operaci. Program má po dokončení jakékoliv operace odjezd v ose Z do výše 180 mm a přejíždí do následující polohy. Tento odjezd se považuje za bezpečnou vzdálenost od upínací sestavy a obrobku. Upínací sestava se skládá z upínky, závitové tyče, matice, podložek a matice pro „T“ drážku. Závitové tyče mohou dosahovat délky až 150 mm v tomto případě. Pro zajištění flexibility se využívá právě těchto závitových tyčí, jelikož je u nich možnost libovolně výškově nastavit upínky. Tudiž lze obrábět desky, které jsou vysoké 30 mm, ale je možné obrobit desky o výšce 100 mm. Proto je zvolen při všech operacích tak bezpečný odjezd v ose Z. Předchází se tak ke kolizi mezi vyčnívajícími závitovými tyčemi a frézovací hlavou.



Obr. 26 Zobrazení drah nástrojů a upnutí desky opěrné levé

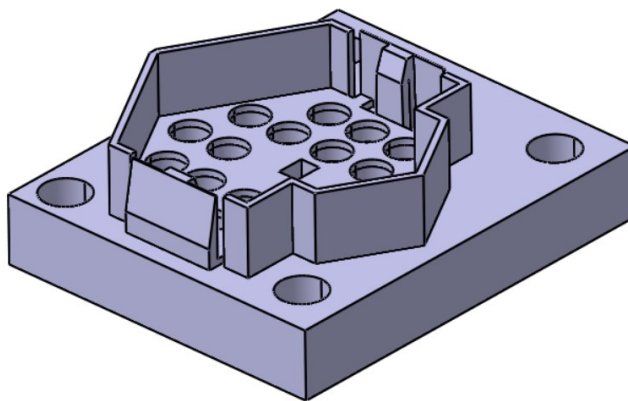
K dosažení maximální přesnosti a kvality obráběného produktu, zajišťuje správné tuhé upnutí obrobku. V praxi se pro dotahování upínek využívá pneumatických pistolí. Cílem obrábění je využít pouze jednoho upnutí. Aby nedošlo k posunutí nebo odchylce při předělování upínek a tím minimalizovat chybu. Odchytky by se mohli pohybovat v řádech setin nebo tisícín milimetru. Napohled se zdá, že odchytky nejsou velké, ale díky nepřesnostem může při montáži dojít k problémům. V jednotlivých případech není možné celou desku opracovat na jedno upnutí a je nutné obráběný kus přeupnout a opracovat zbylé prvky. Všechny desky, které jsou zpracovány v diplomové práci zpracovávají je možné obrobit na jedno upnutí. Výjimkou je pouze deska pro tvárník, kde není možné najít jiné řešení než desku přeupnout.

Tvarové prvky a kruhové otvory jsou obráběny na frézovacím centru DMU 50. Příprava a upnutí prvku již byla provedena, ale před zahájením obrábění je nutné provést korekci obráběného polotovaru. Pro získání hodnot se využívá sonda obrobková, která se dotkne polotovaru ve všech osách X, Y a Z. Hodnoty jsou exportovány do počítače, který je součástí centra a dojde k úpravě parametrů v systému. Následuje samotné obrábění, z počátku jsou prováděny hrubovací práce. V této operaci je využita funkce spirálovitého obrábění. Což znamená, že hodnota v ose Z se neustále mění až dosáhne končené hodnoty, která je vygenerována softwarem. Pro hrubovací operace se běžně používají frézy větších průměrů. Cílem hrubování je odstranit co nejvíce materiálu bez ohledu na kvalitu obráběného povrchu, ale musí být zanechán přídavek pro finální opracování. Frézy menšího průměru jsou většinou využívány pro dokončovací práce, které zpravidla následují po hrubování. Frézy menšího průměru mohou však provádět do jisté míry i hrubovací operace. Např. při frézování opěrné desky levé jsou frézovány kapsy pro pouzdra o rozměrech 16x25x16. viz. *Obr. 23* V tomto případě je použita fréza o průměru 8 mm jak pro hrubovací, tak i pro dokončovací operaci. Další operací je vytvoření kruhových otvorů pomocí vrtacího cyklu. Vrtání vyžaduje vydatné chlazení. Proto ve většině vrtáků jsou dírky, které slouží pro tzv. vnitřní chlazení. Při vrtání otvorů, které se provádí na delší vzdálenosti je zapotřebí pomalého a přerušovaného posuvu ve směru k obráběnému materiálu. Snažíme se tak předejít k poškození vrtáku. Poslední operací, která je prováděna na obráběcím centru je řezání závitů použitím strojních závitníků. Závity jsou řezány pouze do hloubky 5 mm a následně jsou dořezávány ručními závitníky. Tento postup je zvolen ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, že při řezání závitu do větších hloubek dochází často k zalomení nástroje. Nedojde pouze k poškození nástroje, ale znehodnotí se celý výrobek, v tomto případě celá deska. Ve většině případů

nelze zlomený závitník z díry vytáhnout. Jelikož frézovací centrum zajišťuje kolmost při předřezávání závitu tak je možné provést ruční dořezání závitu. Snahou je využít kapacity pracovníků, a to je druhým důvodem proč je tento postup zvolen. Pracovníci za pomoci vrátdla a sadových závitníků závit dokončí. Jelikož je závit zhotoven do hloubky 5 mm tak nedojde k vyosení závitníku při ručním řezáním.

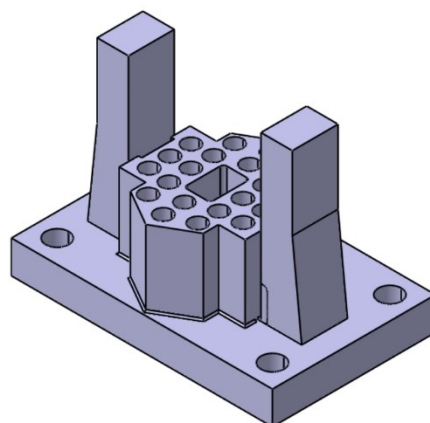
Pracovní postupy jsou provedeny analogicky u všech desek. Tvárník a tvárnice obsahují navíc operaci, která využívá technologie elektroerozivního obrábění.

Pro vstřikovaný plast je nutné vytvořit dutinu, která má tvar výsledného výrobku. Tyto dutiny jsou umístěny v tvárníku a tvárnici. Dutiny, které jsou navrženy není možné obrábět na frézovacím centru. Z důvodu malého průměru nástroje a velké hloubky záběru, které by se použily u tvorby dutin. Proto je zvolena nekonvekční technologie elektroerozivního obrábění. U elektroerozivního obrábění dochází k úběru materiálu u obrobku ale i u nástroje. Na frézovacím centru dochází k hrubování dutin tvárníku a tvárnice. Tak aby materiál, který bude obráběn nekonvekční technologií, neměl příliš velký úbytek materiál jak na nástroji, tak i na dutině. U elektroerozivního obrábění je nutné vyrobít protikus pro zhotovení požadované dutiny formy.



Obr. 27 Nástroj pro zhotovení dutiny ve tvárnici

Nástroje zobrazené na *Obr. 27 a Obr.85* budou předhrubovány na frézovacím centru DMU 50. Z důvodu ulehčení pracovního procesu u technologie elektroerozivního obrábění. Zjednodušení konstrukce nástroje, ale také i ekonomické prostředky nutné pro vytvoření těchto nástrojů. Samotné nástroje budou upnuty na zařízení pomocí šroubů a matic s podložkami.



Obr. 28 Nástroj po zhotovení dutiny ve tvárníku

U většiny případů je v deskách zhotoven závit pro šrouby či závěsná oka následně i čištění jak samotných závitů, tak i celého polotovaru. V posledním kroku se provádí veškerá kontrola všech rozměrů v kontrolní místnosti. Jedná se o precizní činnost, kde musí být dodrženy všechny metrologické podmínky. V tomto případě se jedná o kontrolu povrchu za využití měřicího zařízení, který využívá principu laserové triangulace k porovnávání 2D/3D povrchů. Laserová triangulace je schopna měřit pouze do hloubky předepsané výrobcem a ta se pohybuje okolo 7 mm. Tento typ měření je tedy nepoužitelný u dutiny tvárníku, a proto je zvolený jiný způsob měření, a to pomocí konfokální sondy. V dnešní době se neustále zvedají nároky na kvalitu opracování jednotlivých prvků a otvorů. Například dodržení kruhovitosti v celé hloubce průměru. Pokud je tato podmínka zadána tak je zapotřebí zvýšit i kvalitu měření. Proto tento druh měření by mohla být použita konfokální sonda, která je schopna měřit průměr v celé délce dutiny. V této formě je možnost měřit tímto způsobem většinu děr. Průměr konfokální sondy je 4 mm nebo 8 mm. Ohledně průběžné kontroly, která se provádí na frézovacím centru jsou používány mezní válečkové trny a digitální posuvné měřítko.

11 MĚŘENÍ A KONTROLA VÝROBY

Kontrola výroby jednotlivých výrobků patří neprodleně k nejdůležitějším bodům technologické přípravy výroby. Zjišťuje se tím, zda je výrobek správně vyroben dle technického výkresu a odpovídá předem stanovené kvalitě. Při přijmutí polotovarů od dodavatele je dobré provést „vstupní kontrolu“. Jedná se především o kontrolu hlavních rozměrů, kontrolovat se může i chemické složení výrobků za pomoci přístrojů, které k tomuto druhu měření odpovídá. Spektrometr je přístroj, který díky dotykové či bezdotykové hlavice dokáže vyhodnotit v tabulkách a grafech procentuální složení jednotlivých prvků obsažené v polotovaru. Každý výrobek, musí projít přes tzv. „výstupní kontrolu“. Zde dochází ke kompletnímu měření vyráběného produktu před tím, než je výrobek odeslán k zákazníkovi. Pro administrativu je vystaven výstupní protokol, který potvrzuje shodu výrobku s výkresem. Jelikož samotná měřidla mají časové lhůty, které zaručují její kvalitu při měření, tak se musí ověřit datum posledního seřízení. Předchází se tak k nepřesnému měření. Samotná kalibrace přístrojů se provádí na státem ověřených metrologických stanicích. Kde je provedena kalibrace a přístroj nebo měřidlo dosáhne všech metrologických vlastností určené pro správné a přesné měření. Na závěr je měřidlo označeno úřední značkou. Měření lze rozdělit do základních skupin, a to jsou ruční a strojní měřicí přístroje nebo měřidla. Drsnost povrchu je prováděné kontaktně za pomoci dotykového palce, který snímá povrch nebo bezkontaktně. Bezkontaktní měření využívá například laserové triangulace nebo optiky k vyhodnocení povrchu. Měření jako takové se v dnešní době také posouvá kvalitou, snímání počtu za sekundu ale i přesností neustále dopředu. Díky těmto výsledkům jsme schopni zjistit například technologické vlivy vznikající při obrábění, a také vlivy okolí, které působí na vstřikovací formu či jakékoliv jiné výrobky. [39]

11.1 M01 Posuvné měřítko

Posuvné měřidla jsou skupinou jednoduchých měřidel, které využívají k měření milimetrovou stupnici na pevné části a na části pohyblivé je přesná noniova stupnice od které dochází k odečítání hodnot. Posuvným měřítkem lze měřit hodnoty s přesností 0,1 mm, 0,05 nebo 0,02 mm. Záleží na typu noniové stupnice. Měřicí rozsah posuvek se pohybuje od 160 až do 2 000 mm. Tento druh měřidla patří k nejuniverzálnějším typům měřidel. Je využitelné pro měření délkových rozměrů za pomoci hlavních čelistí. Menší čelisti slouží pro měření vnitřních dutin nebo kruhových otvorů. Díky výsuvnému hloubkoměru, který je obsažen na konci měřidla lze měřit i hloubku. Odečítání ze stupnic je řešené analogově, digitálně nebo i za

pomocí kruhového číselníku. Před měřením se ověří, zda měřící ramena k sobě doléhají natolik že nevznikne průsvit mezi nimi. Práce s posuvným měřítkem není nijak zvláště složitá. Musí se dbát na správnou polohu měřících ramen, na správný tlak při měření a za pomoci aretační pružiny nebo šroubku zajistíme pohyblivou část měřítka a prvek může být změřen a vyhodnocen.



Obr. 29 Digitální posuvné měřítko [27]

11.2 M02 Mezní závitové trny

Mezní závitové trny se řadí do skupiny pevných měřidel. Jsou nazývané také jako „kalibry“. Měření pomocí kalibru značně zrychlí průběh měření jednotlivých prvků. Slouží pro zkontrolování přesnosti zhotoveného závitu vnitřních v celé jeho délce, ale také i pro kontrolu otvorů. Pro kontrolování děr se závitem se využívají mezní válečkové trny se závitem viz. Obr. 30. Měřidlo je na jedné straně označeno červeným páskem nebo puntíkem. Odlišuje se z toho důvodu, že tato strana je zmetková a závit na této straně je možné zašroubovat do závitu obrobku maximálně do dvou otáček. Pokud při zašroubování dojde k překročení dvou stoupaní, tak závit neodpovídá technickým specifikacím a je považován za konstrukčně nevhodující.



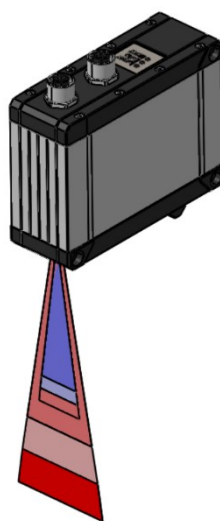
Obr. 30 Mezní závitový trn [27]

Každý mezní závitový trn má na svém těle vyražený jmenovitý rozměr společně s tolerancí. Tolerance může být zapsána za pomoci odchylek například + 0,033 mm nebo s označením tolerančního pole jako je zkratka H6. Kalibr pro měření přesných kruhovitých otvorů má na stranách váleček s delší měřící částí je považován za předpisově dobrou stranu. Zatímco zmetková strana označena červeným kroužkem, má kratší měřící část a do otvoru se nesmí

vejít. Jedná se tedy o vyrobený zmetek. Zatímco pokud se nám nevléze do díry ani jedna strana potom se jedná o zmetek opravitelný a je možné konečné hodnoty ještě docílit.

11.3 M03 Laserový skener scanCONTROL30xx

Pro moderní způsoby měření 2D/3D povrchů patří jednoznačně měření za pomoci laserového skeneru, který využívá princip laserové triangulace. Vysílaný paprsek v podobě bodu nebo přímky dopadá na měřený objekt, od kterého se odráží pod určitým úhlem a dopadá do přijímacího prvku, který vyhodnocuje na základě úhlu vzdálenost měřeného objektu. Patří mezi nejvýkonnější profilové senzory s ohledem na přesnost a rychlost měření. Naprogramované skenery mohou být vybrány pro klasické měření, ale mohou být naprogramované tak, aby měřily konkrétních prvky. Například rovinnost, zaoblenost, úhel, hloubka nebo profil. Ve výsledku lze tyto prvky kombinovat a snímat je všechny naráz. Tyto laserové skenery jsou k dispozici s červeným, ale i modrým laserem. Tento revoluční laser s modrým paprskem slouží při aplikaci měření profilu žhavých kovů přesahující teplotu nad 700°C. Za pomoci modrofialového laserového paprsku lze snímat organické povrchy, ale také i po-



Obr. 31 Scan CONTROL 30xx [25]

vrchy lesklé. Paprsek nepronikne do měřeného objektu a má větší stabilitu signálu. Je však finančně náročnější než klasický paprsek a jak je vidět na Obr. 31 má menší měřicí rozsah než paprsek červený.

ScanCONTROL 30xx nabízí obzvláště velký měřicí rozsah. Začátek měřicího rozsahu v ose Z, která je kolmá na měřený objekt, je 200 mm. Konec měřicího rozsahu je v hodnotě 420 mm. Ve větších vzdálenostech objektu, než jsou předepsané vzdálenosti od výrobce nelze kvalitně změřit a vyhodnotit měření. V ose X je možné měřit objekty široké až 270

mm. Což umožňuje snímat a měřit velké komponenty s největší přesností 2D/3D profilu. Je možné detekovat rozměrově velké objekty při zachování velké ofsetové vzdálenosti. Matice senzoru nabízí rozlišení 2 048 pixelů. Rozlišovací schopnost je 26 μm a měřicí rychlosti se pohybují okolo 10 000 Hz. Výstupní hodnoty lze získat ze skeneru pomocí Ethernetu, PROFINET nebo EtherCAT. Při využití systému HDR je možné snímat i nehomogenní materiály. [25,39]

11.4 M04 Konfokální sonda confocalDT IFS 2402

Konfokální chromatické snímače umožňují měření vzdáleností s vysokou přesností. Jsou téměř nezávislé na druhu snímaného povrchu, je možné měřit skleněné povrchy. Velmi malé předměty mohou být detekovány díky malému měřicímu bodu, který přístroj vysílá. Vzhledem druhu konstrukce je možné paprsek vysílat i v radiálním směru a tím měřit geometrické vlastnosti uvnitř otvorů nebo špatně přístupných míst.



Obr. 32 Konfokální sonda IDT IFS 2402 [25]

Confocal IDT IFS 2402 je využíván pro přesné měřicí aplikace ve stísněných prostorech. Řadí se mezi miniaturní snímače. Tělo je z ušlechtilé oceli a má vnější průměr pouze 4 mm. Tento typ měřidla je zvolen z důvodu malých průměrů otvorů na jednotlivých deskách. Může se však využít i pro kontrolu tvárníku a tvárnice po provedení elektrojiskrového obrábění. Paprsek vysílaný z měřidla je v radiálním směru viz. *Obr. 32*. Rozsah měření se pohybuje okolo 400 μm / 1,5 mm / 2,5 mm / 3,5 mm. Výstup z měřicího zařízení je pomocí optického kabelu v délce 2 m a s konektorem E2000/APC. Maximální sklon snímače se pohybuje na hranici $\pm 5^\circ$. Přesnost se snižuje přibližováním ke krajním měřicím hodnotám. [25]

11.5 M05 Ruční drsnoměr Handysurf

Vstupní kontrola povrchu je provedena za pomoci měřidla Handysurf. Jedná se o praktický, mobilní a flexibilní přístroj pro měření a vyhodnocování povrchů. Měření je možné uskutečnit v různých polohách za pomoci výměnných hlavic, které jsou připojeny k zobrazovacímu zařízení. Lze měřit horizontálně, nýbrž také vertikálně i ze spodu. Pro flexibilnější využití je možné oddělit posuvovou jednotku od zobrazovací jednotky a použít doplňkové přípravky. Přímý přenos naměřených hodnot na počítač zajišťuje sériové rozhraní RS 232C. Následné zpracování dat může být provedené v programu Excel nebo v softwaru určeném pro drsnost TIMS. Kde je možné vyhodnotit veškeré parametry drsnosti.



Obr. 33 Drsnoměr Handysurf [26]

Posuvová jednotka je schopna měřit vzdálenost 12,5 mm při měřicí rychlosti 0,6 mm / s. Vyhodnocovaná délka je od 0,4 až do 12,5 mm při jednotlivých krocích 0,1 mm. Měřicí rozsah je od -210 až do hodnoty +160 μm . Vrácení snímací jednotky do výchozí polohy je zrychlena a vrací se rychlostí 1 mm / s. Snímací hrot, který přichází do kontaktu s měřeným objektem je z diamantu a hrot má zaoblení 5 μm . [26]

12 ANALÝZA A EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ VÝROBY

Společnost, ve které bude vstřikovací forma pro výrobu konektoru ventilačního systému vyrobena. Využívá obecných materiálů pro kalkulování výrobního procesu. Jelikož se jedná o kusovou výrobu a v diplomové práci není řešená samotná montáž formy. Tak se kalkulační vzorec bude týkat pouze výrobního procesu. Ve kterém se počítá s hlavními položkami – přímý materiál, osobní náklady, kooperace a výrobní režie. [28,42]

Přímý materiál vychází z konkrétního výrobku, který má v kusovníku uvedené měrné spotřeby. Z pravidla je součástí každé technické dokumentace. Do přímého materiálu se zahrnuje spotřeba hutního polotovaru na celou vstřikovací formu. Dále jsou to normalizované komponenty, které jsou objednávané od dodavatele (např. vodící čepy, pouzdra, vyhazovače atd.). V *Tab. 4* jsou vypsány komponenty a v *Tab. 5* hutní polotovary, které jsou určeny pro výrobu formy. Cena pro sazbu materiálu je zvolena 100 Kč/ks

Číslo objednávaného komponentu	Popis	Měrná spotřeba [-]	Sazba materiálu [-]	Náklad na materiál [-]
1	Vodící čep Z00	8	12	96
2	Šroub s imbusovou hlavou Z31	14	3	42
3	Vtoková vložka Z50	1	25	25
4	Vložky E2078	32	1	32
5	Gumové těsnění kruhové Z98	6	1	6
6	Spojka pro kapalinu Z81	6	5	30
7	Šroub s imbusovou hlavou Z33	20	3	60
8	Naváděcí kroužek K100	1	20	20
9	Válcové vyhazovače Z40 $\varnothing 3$	24	2,5	60
10	Vodící pouzdra Z10	8	8	64
11	Válcové vyhazovače Z40 $\varnothing 4,2$	3	2,5	7,5
12	Táhlo vyhazovacího systému	1	10	10
13	Dorážecí kroužek	1	5	5
14	Pružný vyhazovač	8	18	144
15	Šroub s imbusovou hlavou Z30	12	3	36
16	Vodící rukáv Z20	4	6	24
17	Konstrukce závěsného oka	1	12	12
18	Naváděcí kroužek K500	1	22	22
Mezisoučet				695,5

Tab. 4 Seznam objednávaných komponentů

Rozdělení tabulek je provedeno z důvodu rozdělení objednávky do nákladových středisek, které jsou přehlednější pro následnou fakturaci apod. Hutní polotovary, které jsou určeny pro následné zpracování za pomoci strojů je možné zařadit do střediska zahrnující úpravy polotovarů. Zatímco objednávané komponenty z *Tab. 4* jsou zařazené do střediska montážního.

-	Hutní polotovary	-	-	
19	Deska 250x260x26	2	30	60
20	Deska 250x260x5	2	15	30
21	Deska 200x260x20	1	25	25
22	Deska 200x260x30	1	25	25
23	Deska 200x260x40	1	30	30
24	Deska 200x260x50	1	30	30
25	Deska 106x260x32	2	15	30
26	Deska 132x260x26	1	27	27
27	Deska 132x260x16	1	25	25
Celkem				1673

Tab. 5 Seznam hutních polotovarů

Výrobní časy jednotlivých desek jsou získány z programu, ve kterém jsou zhotoveny dráhy nástrojů. Jedná se tedy o čistý obráběcí čas bez jakékoliv prodlevy. Nutné je do výrobních časů přičíst i upnutí desek, manipulace s deskami a převážení produktu mezi jednotlivými pracovišti. Proto je snaha využít pracovní posloupnosti a dosahovat co nejkratších vedlejších časů a počítat s časem pouze s obráběcím. Jelikož se upnutí v některých případech liší je náročnější manipulace atd. Obecná kalkulace s těmito odchylkami nepočítá.

Označení	Popis výrobku	Stroj	Hodinová sazba [hod.]
1	Upínací deska levá	Optimill MT 230 S	0,5
2	Upínací deska levá	DMU 50	1,5
3	Upínací deska levá	Nástrojárna - Závity	0,25
4	Upínací deska pravá	Optimill MT 230 S	0,5
5	Upínací deska pravá	DMU 50	1,25
6	Upínací deska pravá	Nástrojárna - Závity	0,25
7	Opěrná deska levá	Optimill MT 230 S	0,5
8	Opěrná deska levá	DMU 50	1,25
9	Opěrná deska levá	Nástrojárna - Závity	0,5
10	Opěrná deska pravá	Optimill MT 230 S	0,5
11	Opěrná deska pravá	DMU 50	1
12	Deska pro tvárnici	Optimill MT 230 S	0,5
13	Deska pro tvárnici	DMU 50	2
14	Deska pro tvárnici	Nástrojárna - Závity	0,5
15	Deska pro tvárník	Optimill MT 230 S	0,5
16	Deska pro tvárník	DMU 50	2,5
17	Deska pro tvárník	Nástrojárna - Závity	0,15
18	Deska rozpěrná	Optimill MT 230 S	0,25
19	Deska rozpěrná	DMU 50	0,45
20	Deska vyhazovací A	Optimill MT 230 S	0,25
21	Deska vyhazovací A	DMU 50	1,25
22	Deska vyhazovací A	Nástrojárna - Závity	0,5
23	Deska vyhazovací B	Optimill MT 230 S	0,5
24	Deska vyhazovací B	DMU 50	0,75
25	Deska vyhazovací B	Nástrojárna - Závity	0,2
26	Tvárník	DMU 50	2
27	Tvárník	Elektroerozivní obrábění	6
28	Tvárnice	DMU 50	2
29	Tvárnice	Elektroerozivní obrábění	4
Součet hodinové sazby u strojů			
Optimill MT 230 S			4
DMU 50			15,95
Nástrojárna – Závítování			2,35
Elektroerozivní obrábění			10
Celkem			32,3

Tab. 6 Hodinové sazby strojů

V Tab.6 jsou odhadnuty pouze čisté pracovní časy obráběcích strojů v hodinách. Podniková sazba pro se liší pro jednotlivé stroje. Hodinová sazba pro frézovací centrum DMU 50 činí 2 500 Kč/hod. U elektroerozivního obrábění je částka 3 000 Kč/hod. Ruční opracování desek a obsluha klasických strojů je vyčíslena na stejnou hodnotu 250 Kč/hod. Celkový počet čistých strojních časů je odhadován na 32 hodin.

Celkové vlastní náklady výrobního procesu a objednání všech částí pro následující výrobní postup vychází zhruba na 231 291,- Kč. Pro krycí cenu výkonu byla stanovena sazba 500 Kč/hod. Tudíž cena, za výrobu, která se bude pohybovat na trhu činí 247 441,- Kč. [19,42]

Náklady na výrobu vstřikovací formy				
Kalkulační položky	Práce [Hod]	Sazba [Kč/hod.]	Náklady [Kč]	
Přímý materiál			167 300,00	
Osobní náklady - strojní výroba				
OPTImill MT 230 S	4	250	1 000,00	
Frézovací centrum DMU 50	15,95	2500	39 875,00	
Nástrojárna - Závitování	2,35	3000	7 050,00	
Elektroerozivní obrábění	10	250	2 500,00	
Kooperace	0	0	0,00	
Výrobní režie	Odpisy strojů	32,3	300	9 690,00
	Technologická energie	32,3	120	3 876,00
Vlastní náklady			231 291,00	
Krycí příspěvek výkonu	32,3	500	16 150,00	
Základní cena výrobku			247 441,00	

Tab. 7 Celkové náklady na výrobu

ZÁVĚR

V úvodu teoretické části je popsána technická příprava výroby a její rozdělení na konstrukční, technologickou a organizační přípravu. Ve formě jsou použity normalizované součástky, a proto jsou rozepsány technické a technicko – hospodářské normy za účelem využití komplexní standardizace. Důležitým bodem diplomové práce je volba obráběcích technologií, které budou využity pro zpracování materiálu od hutních polotovarů až po finální výrobek.

Vstřikovací forma je v programu CATIA V5 rozložena na jednotlivé desky a je kontrolována jejich vyrobiteľnosť. Následně jsou navrženy pracovní postupy tak, aby je na zvolených strojích bylo možné obrábět. Frézovací centrum bylo zvoleno z důvodu přístupnosti na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Stroje jsou voleny dle parametrů na maximální velikosti obráběných výrobků. Postupně jsou zvoleny nástroje, dle kterých budou vytvořené prvky na obráběném produktu a jejich způsoby upnutí. Je využito moderního upínacího systému Comfort Capto i u ISO 40, který využívá kombinace délkových nástavců a různých adaptérů pro upnutí do jakéhokoliv nástroje. Výstupem je kužel ISO 40, který se vloží do frézovací hlavy obráběcího centra DMU 50. Technologický postup je navržen včetně upnutí obrobků. Podle něj je v programu CATIA V5 vygenerována dráha nástrojů. Při programování je nutné znát upínací přípravky, tyče, a upínky v samotném stroji a podle něj dráhu generovat. Dosáhnutím co největší flexibility je využito závitových tyčí pro upnutí obrobků o různé tloušťce. Součástí práce jsou vygenerované NC kódy. Po dokončení všech operací včetně očištění desek, proběhne výstupní kontrola. Zde je využito moderní technologie používající laserové triangulace a konfokální sondy pro těžce dostupná místa. Do obecné kalkulace na výrobu vstřikovací formy byli započítány čisté časy strojů a jejich odpisy, přímé náklady obsahující normalizované komponenty a krycí příspěvek výkonu. Odhadovaná cena výroby formy se pohybuje přibližně okolo 214 829,- Kč.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOCMAN, Karel. *Technologické procesy obrábění*. Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 9788072047222.
- [2] JUROVÁ, Marie. *Organizace přípravy výroby*. 100s. Brno: CERM, 2009. ISBN 978-80-214-3946-7.
- [3] PÍŠKA, Miroslav. *Speciální technologie obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 9788021440258.
- [4] ŠVARCOVÁ, Jena. *Ekonomie stručný přehled*. 295 s. Zlín: CEED nakladatelství a vydavatelství, 2000. ISBN 80-903433-1-7.
- [5] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. ISBN 9788024812236.
- [6] TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. 1. vyd., Praha:Grada, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5.
- [7] JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby*. 2011. ISBN: 978-80-214-4370-9.
- [8] IT SYSTEMS. *Systém online* [online]. 2010 [cit. 2021-02-07]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm?mobilelayout=false>
- [9] ČEP, Robert a Jana PETRŮ. *Technologie obrábění: 5 Broušení a dokončovací operace obrábění*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2013. ISBN 978-80-248-3012-4.
- [10] ŠMÍD, Vladimír. *Informační systém* [online]. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.fi.muni.cz/~smid/mis-infsys.htm>
- [11] Rohová fréza M4000. *Walter* [online]. 2018, 8 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.walter-tools.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/brochures/cs-cz/flyer-m4000-2016-cz.pdf>
- [12] Walter - Nástroje. *Walter* [online]. Frankfurt, s. 8 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.walter-tools.com/cs-cz/pages/default.aspx>
- [13] Univerzální fréza OPTImill. *Tomek stroje a nářadí* [online]. Vyškov, 2021, s. 1 [cit. 2021-5-5]. ISBN 3344125. Dostupné z: <https://www.tomek-naradi.cz/univerzalni-frezka-optimill-mt-230-s/>
- [14] LENFELD, Petr. *Technologie II. Část 2., Zpracování plastů*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009. ISBN 978-80-7372-467-2.
- [15] BEAUMONT, John P.; NAGEL, Robert; SHERMAN, Robert. *Successful injection molding: process, design, and simulation*. Munich : Hanser, 2002. 362 s. ISBN 3-446-19433-9.
- [16] Coromant Conte. *Sandvik Coromant* [online]. Brno, 2021, s. 1 [cit. 2021-5-5]. ISBN 3344125. Dostupné z: <https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/pages/default.aspx>

- [17] Kontaktní nástrojové sondy. *Renishaw [online]*. 2001 - 2021, s. 1 [cit. 2021-5-5]. ISBN 3344125. Dostupné z: <https://www.renishaw.com/en/renishaw-enhancing-efficiency-in-manufacturing-and-healthcare--1030>
- [18] Walter - Katalog. *Walter - Drilling [online]*. 2012, s. 1 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: https://www.alliance-tools.com/Walter_Indexable_Drilling.pdf
- [19] PROCHÁZKOVÁ, Taušl Petra a Eva JELÍNKOVÁ. *Podniková ekonomika – klíčové oblasti*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2018. ISB 978-80-271-0689-9
- [20] Normalizace. *Ufmi [online]*. 2012, 2018, 9 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/kzm/KZM_01.pdf
- [21] Frézovací centrum DMU 50. *DMG MORI [online]*. Brno, 2021 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: https://media.dmgmori.com/media/epaper/DMU_50_2G_uk/index.html#0
- [22] XU, Jinting a Longkun XU. Shape - adaptive CNC milling. *The society of manufacturing Engineers [online]*. 2020, 2020(1) [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526612520306691>
- [23] *Sadové závitníky [online]*. Ždánice: Brno, 2021 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.narexzd.cz/>
- [24] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů 4*. Slavkov u Brna: MM publishing, 2018. ISBN 9788090631083. Dostupné také z: <https://www.narexzd.cz/>
- [25] Laserové scannery a konfokální sondy *Micro - epsilon [online]*. Bechyně, 2021 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.micro-epsilon.cz/>
- [26] Drsnoměr - Handysurf. *Www.microtes.cz [online]*. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <http://www.microtes.cz/images/Handysurf-E-35B-cz.pdf>
- [27] Ruční měřidla. *Mbcalibr.cz [online]*. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://eshop.mbcalibr.cz/posuvna-meritka-digitalni/digitalni-posuvne-meritko-200-0-01-mm-mitutoyo-500-182-30/>
- [28] POPESKO, Boris. *Moderní metody řízení nákladů. 2*. Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5773-5.
- [29] SHTANSKY, Dmitry V. *Materials and Coatings for High - Temperature applications*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128041734000879>. Elsevier, 2017.
- [30] Technicko hospodářské normy *Ekonomie - účetnictví [online]*. 2018 [cit. 2021-5-8]. Dostupné z: <https://ekonomie-ucetnictvi.cz/>
- [31] BARCAL, J. *Nekonvenční metody obrábění: Skripta FS ČVUT*. Praha: Ediční středisko ČVUT
- [32] Technologie obrábění *Manufacturing technology: journal for science, research and production*. Ústí nad Labem: Institute of Technology and Production Management University of J.E. Purkyně, 2001-. ISSN 1213-2489
- [33] MALKIN, S. a Changsheng GUO. *Grinding technology: theory and application of machining with abrasives*. 2nd ed. Norwood Mass.: Books24x7.com, [2005?], 1 online

- zdroj. ISBN 9781613448465. Dostupné také z: https://proxy.k.utb.cz/login?url=http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpGTTAMAE1/grinding_technology_theory_and_applications_of_machining_with_abrasives_2nd_edition
- [34] EHAP.H, Sabri, ed. *Technology optimization and change management for successful digital supply chains*. Hershey, Pennsylvania: Hershey, Pennsylvania, 2019. ISBN 9781522577003.
- [35] Metrologie *Technické normy [online]*. Praha [cit. 2021-5-8]. Dostupné z: <https://www.unmz.cz/metrologie>
- [36] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. Ostrava: Fakulta strojní VŠB - TUO, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [37] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Ostrava: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-7017-8.
- [38] MICKELSON, Dale, ed. *Hard milling & high speed machining: tools of change*. Cincinnati, OH: Hanser Gardner Publications, 2005, 165 s. ISBN 1569903778.
- [39] SMITH, Graham T. *Industrial metrology: surfaces and roundness*. London: Springer, [2002], xvi, 336 s. ISBN 1852335076. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0816/2001032028-d.html>
- [40] CHEN, Shia-Chung a Lih-Sheng TURNG, ed. *Advanced injection molding technologies*. Munich: Hanser Publishers, [2019], xv, 426 s. Progress in polymer processing (PPP) series. ISBN 9781569906033.
- [41] Organizace výroby TPV – *Technologické stupně výroby, rozbor z hlediska funkce výrobku a ekonomických aspektů 2010* [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/15523436-Tpv-technologie-technologicke-stupne-vyroby-rozbor-z-hlediska-funkce-vyrobku-a-ekonomicky-aspktu.html>
- [42] KRÁL, Bohumil a kolektiv. *Manažerské účetnictví*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-569-8.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Kg – kilogram

mm – milimetr

m – metr

µm – mikro metr

W – watt

Hz – frekvence

H6 – lícovací značka

TPV - technická příprava výroby

T01,T02.. – označení nástrojů

ÚNMZ – Úřad pro technologickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví

CO₂ – oxid uhelnatý

ČSN – československé normy

ISO – mezinárodní organizace pro normalizaci

NC – číslicové řízení

2D/3D – plošné či tvarové zobrazení

THN – Technicko – hospodářské normy

Su – Spotřeba užitečná

St – Technologický odpad

Sz – Ztráty

Vh – hodinová sazba

N – Čas na operaci

Vs - Směnová výrobnost

T – Čas směny

IS – Informační systém

Vc – Řezná rychlost

Vf - Posuvová rychlost

Vc – Rychlost řezného pohybu

D – Průměr nástroje

Nc – Otáčky nástroje

°C – Stupeň Celsia

EN – Evropská norma

DMU 50 – označení frézovacího centra

např. – například

tzv. – tak zvané

tzn. – to znamená

atd. - a tak dále

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Rozdělení technické přípravy výroby [5]</i>	11
<i>Obr. 2 Schéma technické přípravy výroby [5]</i>	12
<i>Obr. 3 Normování zásob [4]</i>	19
<i>Obr. 4 Grafické rozdělení THN – spotřeby práce [6;7]</i>	20
<i>Obr. 5 Výroba typu V-Analytický proces [8]</i>	26
<i>Obr. 6 Výroba typu A – Syntetický proces [8]</i>	26
<i>Obr. 7 Neutrální typ výroby [8]</i>	26
<i>Obr. 8 Schéma vrtání [1]</i>	32
<i>Obr. 9 Řezné síly [1]</i>	33
<i>Obr. 10 Detail brousícího kotouče [9]</i>	35
<i>Obr. 11 Vstřikovací forma</i>	41
<i>Obr. 12 Zobrazení násobnosti formy a rozváděcího kanálku</i>	42
<i>Obr. 13 Vyhazovací systém</i>	43
<i>Obr. 14 Zobrazení špatně navržené drážky ve tvárnici</i>	44
<i>Obr. 15 Univerzální frézka OPTImill MT 230 S [13]</i>	45
<i>Obr. 16 CNC centrum DMU 50 [21]</i>	47
<i>Obr. 17 Rohová fréza M5130 [11,12]</i>	49
<i>Obr. 18 Montáž nástroje T01 [16]</i>	50
<i>Obr. 19 Fréza dvoubřítá MC232 Perform [12]</i>	51
<i>Obr. 20 Monoblokový adaptér [12,16]</i>	51
<i>Obr. 21 Šroubovitý vrták DC150 [12,18]</i>	52
<i>Obr. 22 Strojní závitník [12]</i>	52
<i>Obr. 23 Sadové závitníky [23]</i>	53
<i>Obr. 24 Kontaktní korekce nástrojů [17]</i>	55
<i>Obr. 25 Zobrazení nulového bodu</i>	55
<i>Obr. 26 Zobrazení drah nástrojů a upnutí desky opěrné levé</i>	56
<i>Obr. 27 Nástroj pro zhotovení dutiny ve tvárnici</i>	58
<i>Obr. 28 Nástroj po zhotovení dutiny ve tvárnici</i>	59
<i>Obr. 29 Digitální posuvné měřítko [27]</i>	61
<i>Obr. 30 Mezní závitový trn [27]</i>	61
<i>Obr. 31 Scan CONTROL 30xx [25]</i>	62
<i>Obr. 32 Konfokální sonda IDT IFS 2402 [25]</i>	63

Obr. 33 Drsnoměr Handysurf [26]64

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Technické parametry Optimill MT 230 S [13]</i>	46
<i>Tab. 2 Technické parametry DMU 50 [21]</i>	48
<i>Tab. 3 Zobrazení rozhraní [16]</i>	50
<i>Tab. 4 Seznam objednávaných komponentů</i>	65
<i>Tab. 5 Seznam hutních polotovarů</i>	66
<i>Tab. 6 Hodinové sazby strojů</i>	67
<i>Tab. 7 Celkové náklady na výrobu</i>	68

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1: Postup výroby – Upínací deska levá

Příloha P2: Postup výroby – Upínací deska pravá

Příloha P3: Postup výroby – Opěrná deska levá

Příloha P4: Postup výroby – Opěrná deska pravá

Příloha P5: Postup výroby – Deska pro tvárnici

Příloha P6: Postup výroby – Deska pro tvárník

Příloha P7: Postup výroby – Deska rozpěrná

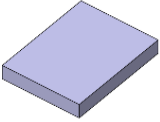
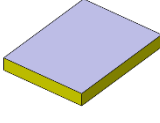
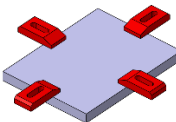
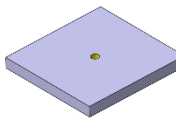
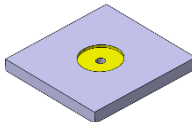
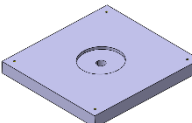
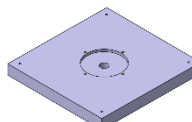
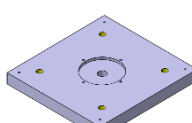
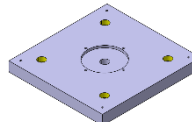
Příloha P8: Postup výroby – Deska pro vyhazování A

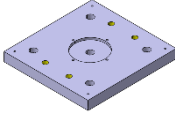
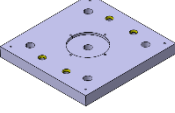
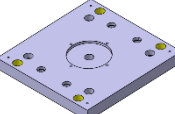
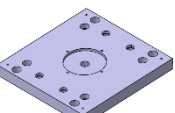
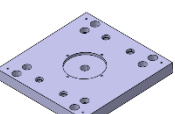
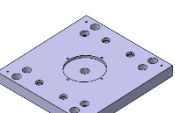
Příloha P9: Postup výroby – Deska pro vyhazování B

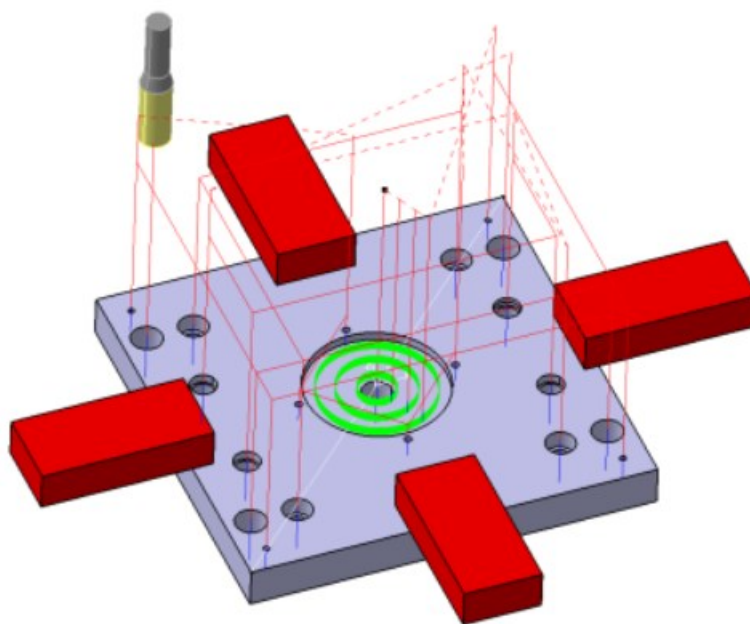
Příloha P10: Postup výroby – Tvárník

Příloha P11: Postup výroby – Tvárnice

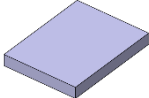
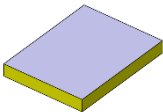
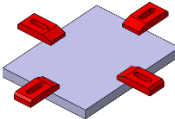
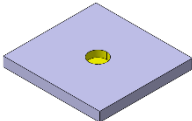
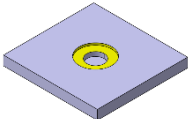
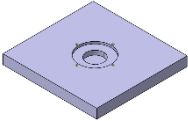
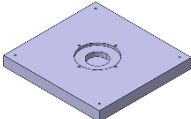
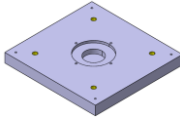
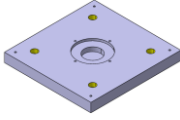
PŘÍLOHA P1: POSTUP VÝROBY – UPÍNACÍ DESKA LEVÁ

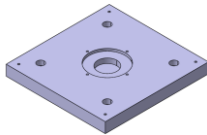
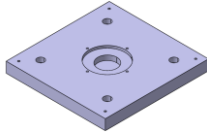
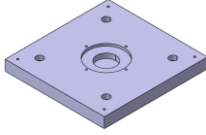
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 250x260 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Vrtání díry Ø19 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 19 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Frézování otvoru o Ø90 mm a hloubce 6 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání děr 4x Ø4,5 mm do hloubky 15,2 pro závit M5x0,5		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 4,5 mm L = 24 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Vrtání děr 4x Ø5 mm do hloubky 12,1 pro závit M6x1		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 5 mm L = 28 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Vrtání děr 4x Ø13,5 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 13,5 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání děr 4x Ø19 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 19 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

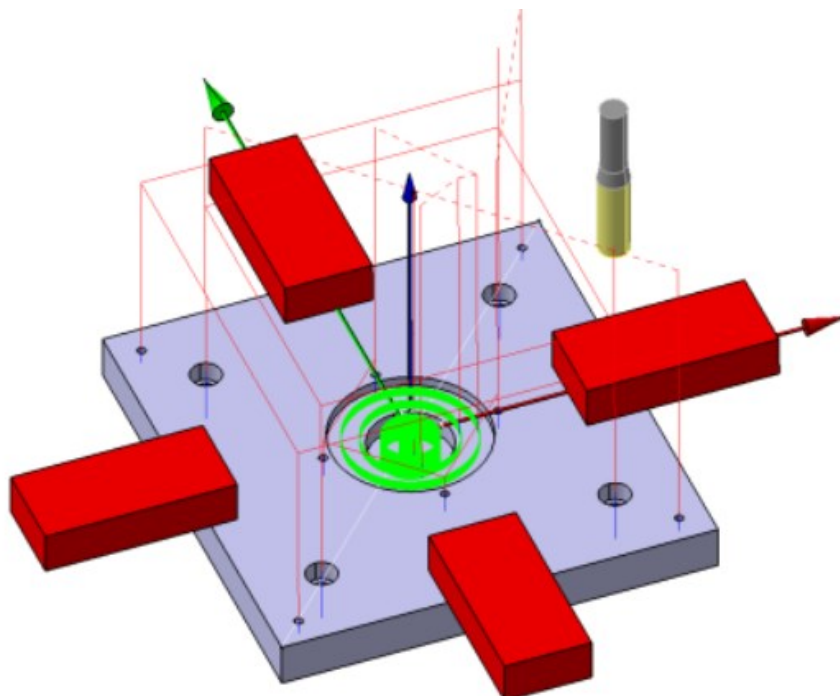
10	Vrtání děr 4x Ø14 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 14 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
11	Vrtání děr 4x Ø17 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 17 mm L = 73 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
12	Vrtání děr 4x Ø20 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 20 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
13	Řezání závitu 4x M5x0,5		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M5x0,5 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M5x0,5
14	Řezání závitu 4x M6x1		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M6x1 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M6x1
15	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola		



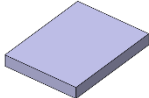
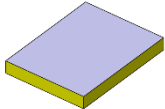
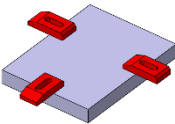
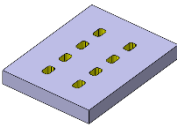
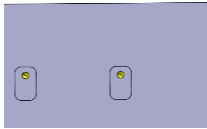

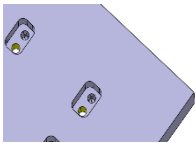
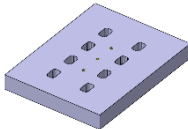
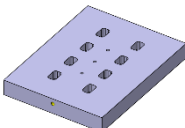
PŘÍLOHA P2: POSTUP VÝROBY – UPÍNACÍ DESKA PRAVÁ

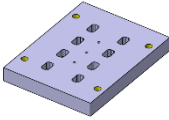
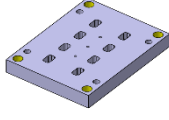
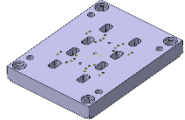
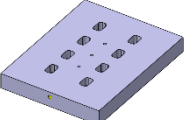

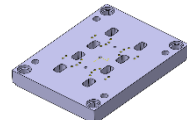
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 250x260 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Frézování otvoru o $\varnothing 48$ mm a hloubce 18 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Frézování otvoru o $\varnothing 90$ mm a hloubce 6 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání děr 4x $\varnothing 5$ mm do hloubky 12,1 pro závit M6x1		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 5 mm L = 28 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Vrtání děr 4x $\varnothing 4,5$ mm do hloubky 13,2 pro závit M5x0,5		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 4,5 mm L = 24 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Vrtání děr 4x $\varnothing 12$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 12 mm L = 55 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání děr 4x $\varnothing 18$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 18 mm L = 73 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

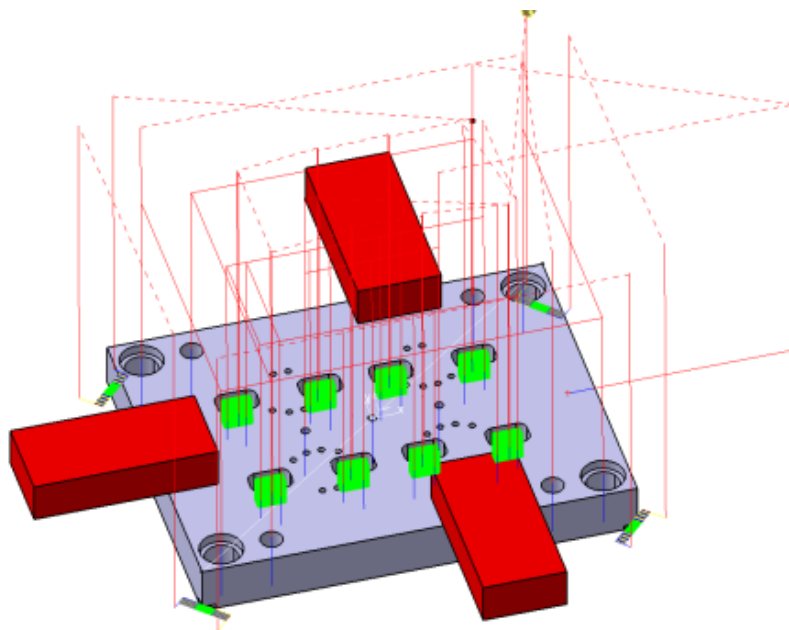
10	Řezání závitu 4x M5x0,5		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M5x0,5 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M5x0,5
11	Řezání závitu 4x M6x1		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M6x1 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M6x1
12	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola		



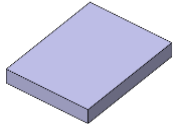
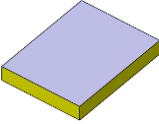
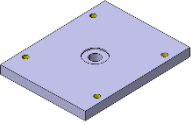
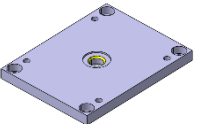
PŘÍLOHA P3: POSTUP VÝROBY – OPĚRNÁ DESKA LEVÁ

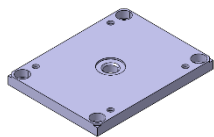
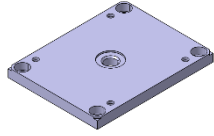
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 200x260 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Hrubování + Kontura drážek		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 8 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Vrtání děr 8xØ5 mm hloubka 27,1 mm Pro závit M6		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 5 mm L = 28 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání děr 8xØ6,6 mm do hloubky 22 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 6,6 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Vrtání děr 8xØ6,8 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 6,8 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Vrtání děr 3xØ5,2 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 5,2 mm L = 28 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání díry Ø7 mm hloubka 12 mm Pro závit M8 na horní hraně desky		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 7 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

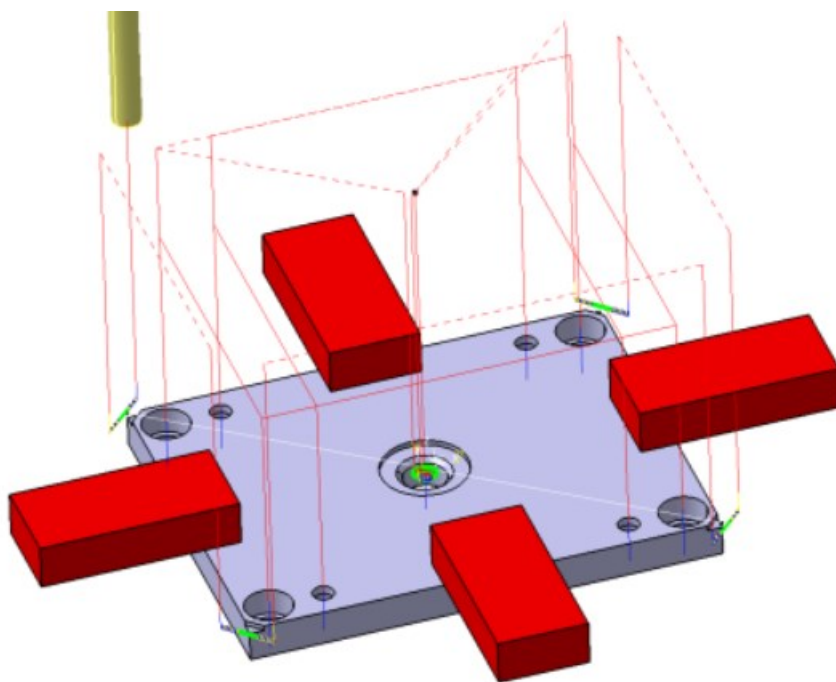
10	Vrtání děr 4x \varnothing 13,5 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 13,5 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
11	Vrtání děr 4x \varnothing 20 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 20 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
12	Vrtání děr 24x \varnothing 4 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 4 mm L = 24 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
13	Řezání závitu M8x1,25 na horní hraně desky		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M8x1,25 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M8x1
14	Řezání závitu 8x M6x1		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M6x1 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M6x1
16	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola		



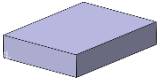
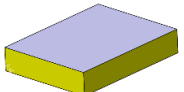
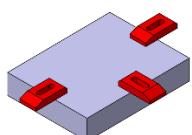
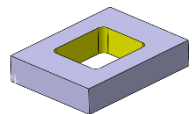
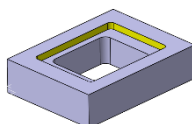
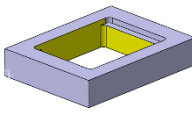
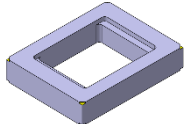
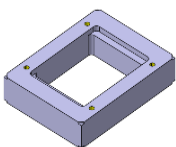
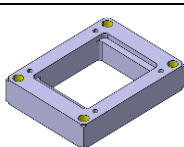
PŘÍLOHA P4: POSTUP VÝROBY – OPĚRNÁ DESKA PRAVÁ

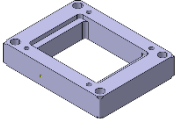
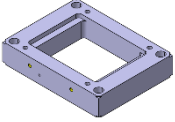
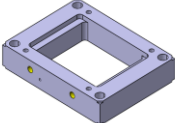
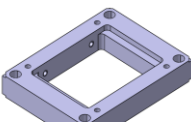
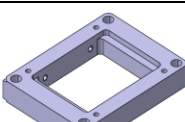
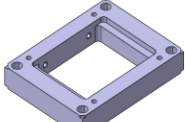
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 200x260 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Zhotovení díry Ø48 do hloubky 3 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T01 D = 48 mm L = 30 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Vrtání díry Ø24 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 24 mm L = 85 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm; Mezní válečkový trn
6	Vrtání děr 4x Ø12 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 12 mm L = 55 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Vrtání děr 4x Ø20 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 20 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Vrtání děr 4x Ø26,5 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 26,5 mm L = 85 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm; Mezní válečkový trn
9	Frézování hrany 3x45°		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

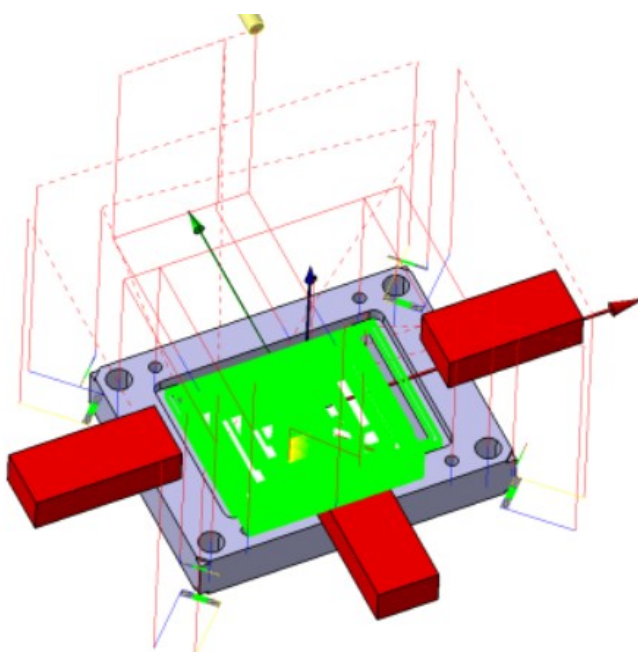
10	Frézování rohů		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřtko rozsah od 0 do 200 mm
11	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola		



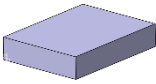
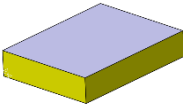
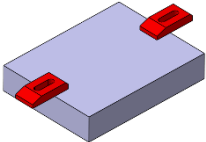
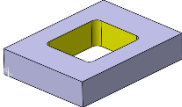
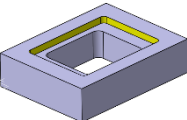
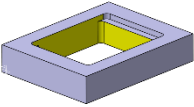
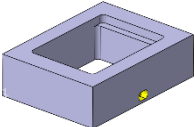
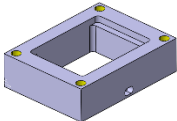
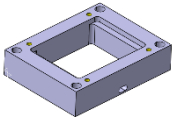
PŘÍLOHA P5: POSTUP VÝROBY – DESKA PRO TVÁRNICI

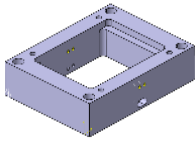
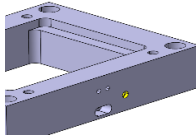
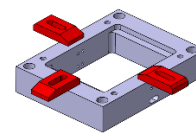
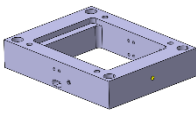
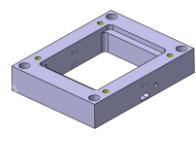
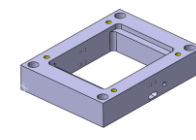
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 200x260 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Hrubování otvoru 160x140 mm (Přídavek)		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T01 D = 25 mm L = 30 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Frézování na konečnou hodnotu 188x140 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Frézování na konečnou hodnotu 160x140 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Frézování krajních rohů z obou stran do hloubky 3 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Vrtání 4xØ10,2 mm pro závit M12x1,75 do hloubky 29,3mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 10,2 mm L = 55 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání děr 4xØ20 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 20 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

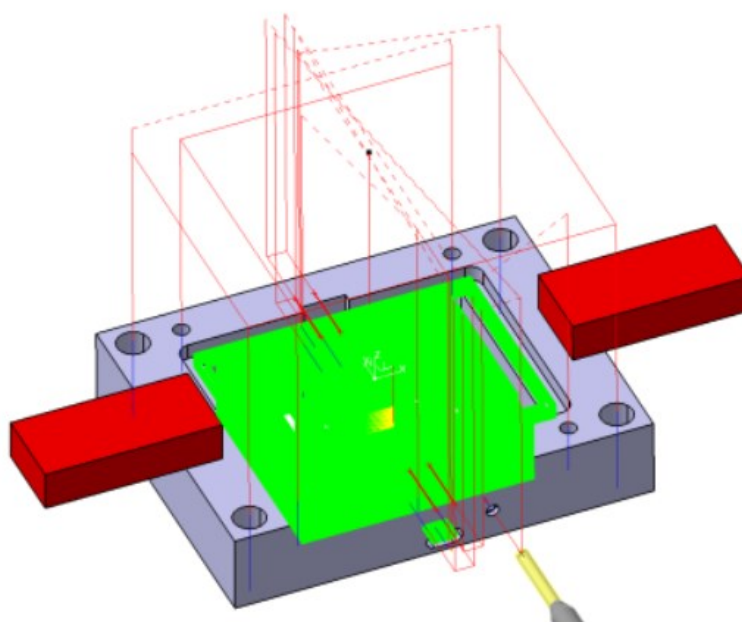
10	Vrtání díry Ø5 mm do hloubky 13,8mm pro závit M6x1		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 5 mm L = 28 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
11	Vrtání díry 2x Ø8 mm do hloubky 32 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 8 mm L = 41 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
12	Vrtání díry 2x Ø13,5 mm do hloubky 13 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 13,5 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
13	Řezání závitů 4x M12x1,75		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M12x1,75 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M12x1,5
14	Řezání závitů 2x M6x1		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M6x1 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M12x1,5
15	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola		



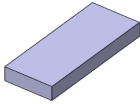
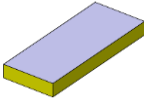
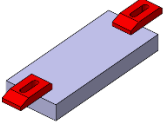
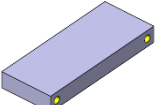
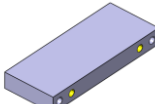
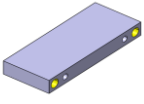
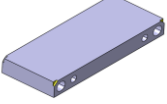
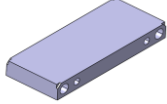
PŘÍLOHA P6: POSTUP VÝROBY – DESKA PRO TVÁRNÍK

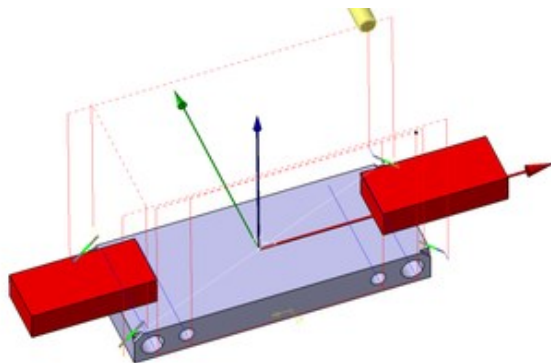
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 200x260 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Hrubování otvoru 160x140 mm (Přídavek)		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T01 D = 25 mm L = 30 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Frézování na konečnou hodnotu 188x140 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Frézování na konečnou hodnotu 160x140 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Frézování drážky 12x10,5x13 / zrcadlově i druhá strana		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 6 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Vrtání 4xØ20 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 20 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání 4xØ10,2 mm pro závit M12 do hloubky 31,2 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 10,2 mm L = 55 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

10	Vrtání 8xØ5mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 5 mm L = 28 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
11	Vrtání Ø5, Ø6 a Ø8 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 5;6;8 mm L = 28;28;41 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
12	Změna upnutí upí- nek		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna		
13	Vyvrtní díry Ø7 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 7 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
14	Řezání závitu M12x1,5		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závitník M12x1,5 + Vratí- dlo	Mezní válečkový trn se závitem M12x1,5
15	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola		

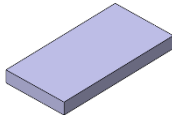
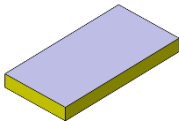
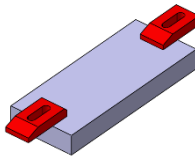
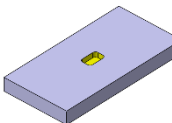
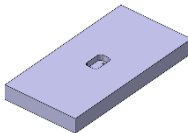
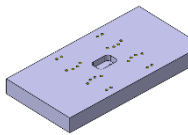
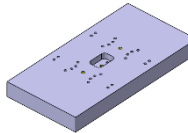
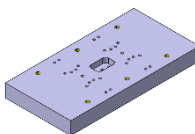
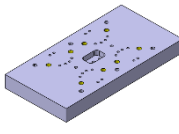


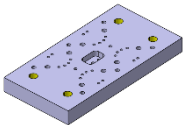
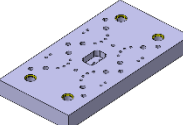
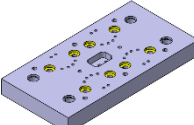
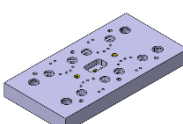
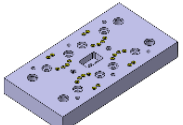
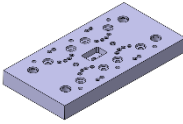
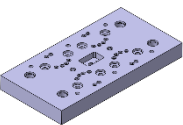
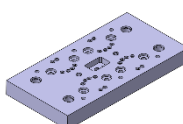
PŘÍLOHA P7: POSTUP VÝROBY – DESKA ROZPĚRNÁ

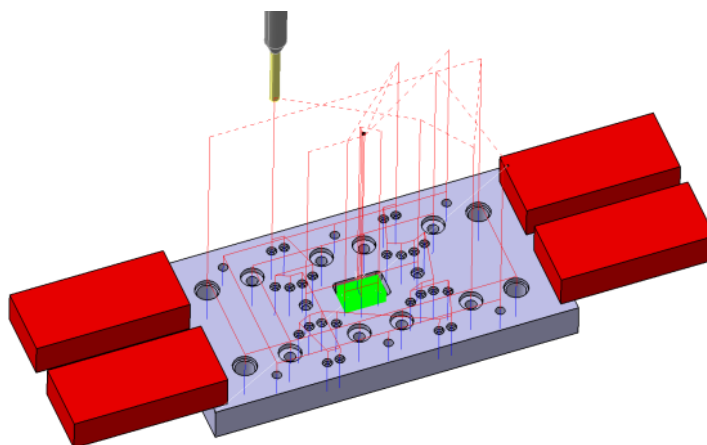
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 106x260 mm		Univerzální frézka OPTImill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Předvrtávání otvoru o $\varnothing 20$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 14 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Vrtání děr 2x $\varnothing 13,5$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 13,5 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání děr 2x $\varnothing 20$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 20 mm L = 79 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm; Válečkový kalibr
7	Frézování rohů hloubka 3 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Kontrola rozměrů		Ruční měřidla / Kontrola		



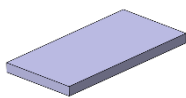
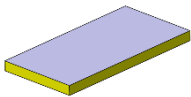
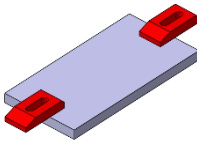
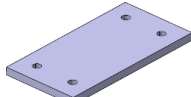
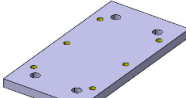
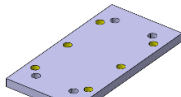
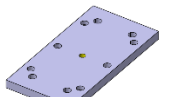
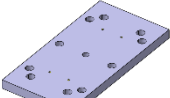
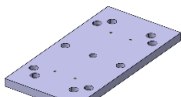
PŘÍLOHA P8: POSTUP VÝROBY – DESKA PRO VYHAZOVÁNÍ_A

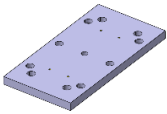
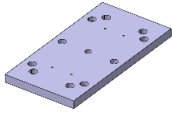
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 132x260 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Frézování otvoru 22x35 mm do hloubky 10 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Vrtání díry 2x Ø3,5 mm do hloubky 22,6mm pro závit M4x1		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 3,5 mm L = 24 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání díry 24x Ø4 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 4 mm L = 24 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Vrtání díry 3x Ø5,2 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 5,2 mm L = 28 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Vrtání díry 6x Ø7 mm do hloubky 18,2 mm pro závit M8x1		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 7 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání díry 8x Ø8 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 8 mm L = 41 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

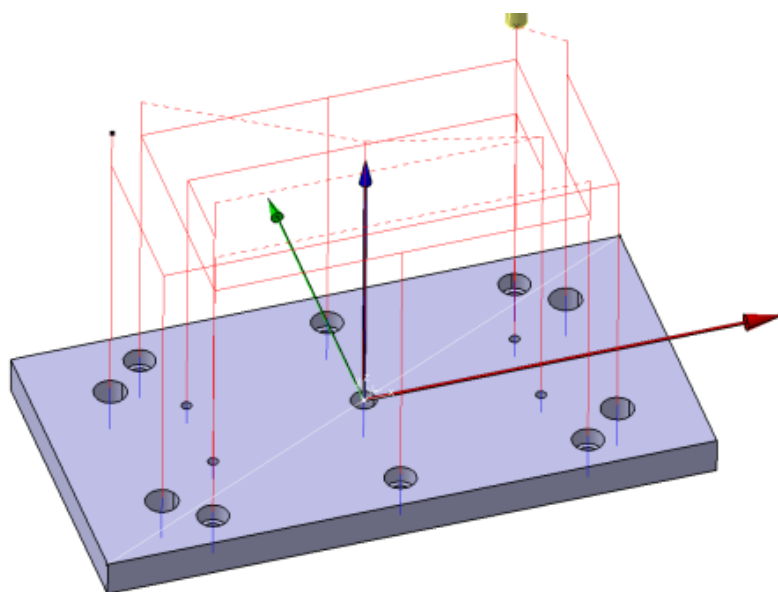
10	Vrtání díry 4x Ø14 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 14 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
11	Vrtání díry 4x Ø17 mm do hloubky 3 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 17 mm L = 73 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm mezní váleč- kový trn
12	Vrtání díry 8x Ø16 mm do hloubky 4 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 16 mm L = 65 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
13	Vrtání díry 3x Ø9mm do hloubky 3 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 9 mm L = 47 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
14	Vrtání díry 24x Ø7 mm do hloubky 3 mm		CNC centrum DMU 50 / Ob- robna	T03 D = 7 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
15	Řezání závitu 6x M8x1		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M8x1 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M8x1
16	Řezání závitu 2x M4x1		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M4x1 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M4x1
17	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola		



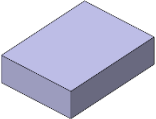
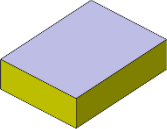
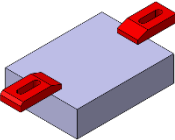
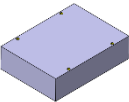
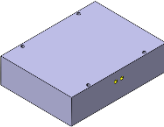
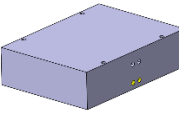
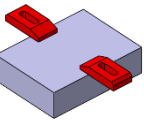
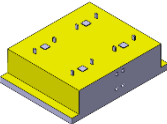
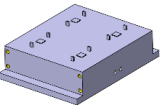
PŘÍLOHA P9: POSTUP VÝROBY – DESKA PRO VYHAZOVÁNÍ_B

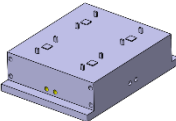
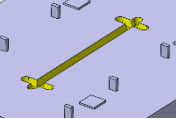
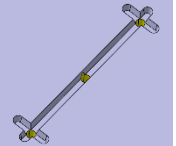
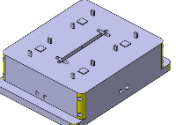
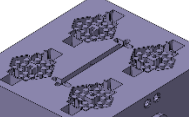
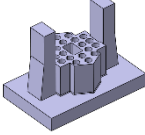
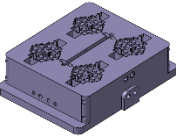
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílňa	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 132x260 mm		Univerzální frézka OPTImill MT 230 S / Nástrojárna		Posuvné měřítko rozsah od 0 do 600 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Vrtání děr 4x $\varnothing 14$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 14 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Vrtání děr 6x $\varnothing 9$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 9 mm L = 47 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání děr 6x $\varnothing 13,5$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 13,5 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Vrtání díry $\varnothing 11$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 11 mm L = 55 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm + Válečkový kalibr
8	Vrtání děr pro závit M4x0,7 hloubka díry 9,5mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 3,3 mm L = 24 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání děr 4x $\varnothing 4,5$ mm hloubka díry 5 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 4,5 mm L = 24 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

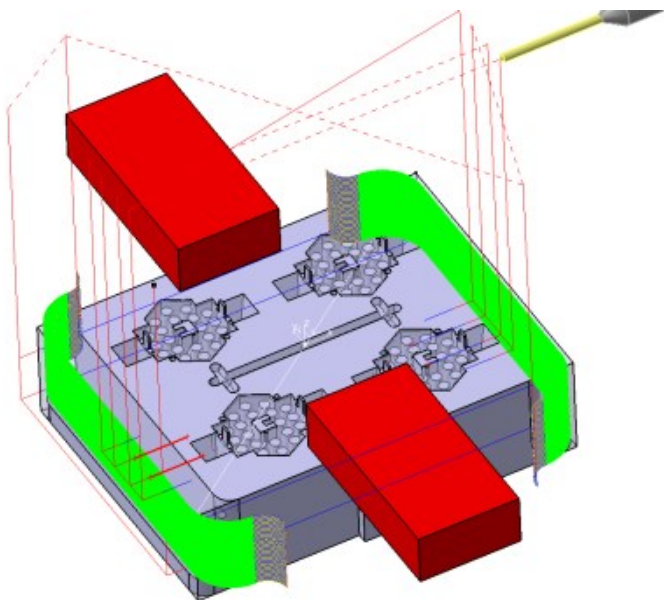
10	Řezání závitu 4x M4x0,7		Ruční nářadí / Nástrojárna	Sadový závit- ník M4x0,7 + Vratidlo	Mezní válečkový trn se závitem M4x0,7
11	Kontrola roz- měrů		Ruční měřidla / Kontrola / Expedice		



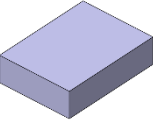
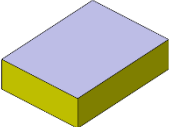
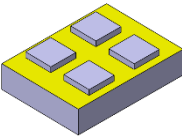
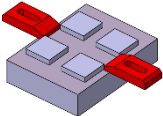
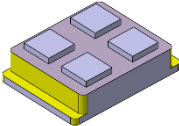
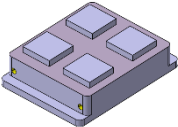
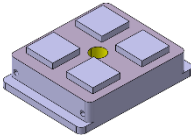
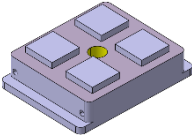
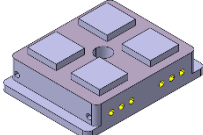
PŘÍLOHA P10: POSTUP VÝROBY – TVÁRNÍK

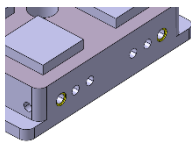
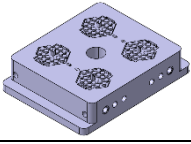
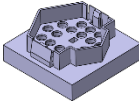
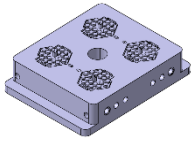
Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		Drsnoměr
2	Úhlování na rozměry 188x140 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
3	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
4	Vrtání děr 4x Ø6 mm do hloubky 45,8 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 6 mm L = 50 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
5	Vrtání děr 2x Ø6 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 6 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání děr 4x Ø6 mm do hloubky 4,4 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 6 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Otočení obrobku a přeupnutí		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
8	Hrubování stran a horní plochy		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání děr 4x Ø6 mm			T03 D = 6 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

10	Vrtání děr 4x $\varnothing 6$ mm do hloubky 24 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 6 mm L = 34 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
11	Frézování drážky široké 3,2 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 3,2 mm L = 20 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
12	Vrtání děr 3x $\varnothing 4,4$ mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 14 mm L = 60 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
13	Frézování zaoblení poloměru 8 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
14	Vytvoření dutiny formy		Elektroerozivní obrábění		Laserový skener, konfokální sonda
15	Kontrola rozměrů		Laserový skener / Kontrola		Laserový skener, konfokální sonda



PŘÍLOHA P11: POSTUP VÝROBY – TVÁRNICE

Číslo operace	Popis práce v operaci	Obrázek	Název stroje Dílna	Výrobní nástroje Materiál nástroje	Měřicí nástroje a přípravky
1	Přijmutí polotovaru + kontrola jakosti		Hutní sklad		
2	Úhlování na rozměry 188x140 mm		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna	T01 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
3	Hrubování horní plochy		Univerzální frézka OPTI-mill MT 230 S / Nástrojárna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
4	Upnutí na stroji		CNC centrum DMU 50 / Obrobna		
5	Frézování stran a zaoblení poloměr oblouku 8 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
6	Vrtání děr 2x Ø8 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 8 mm L = 36 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
7	Vrtání díry Ø20 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 8 mm L = 36 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
8	Dokončování díry frézováním na Ø24 mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 16 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
9	Vrtání děr 6x Ø8mm		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T03 D = 8 mm L = 36 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm

10	Frézování 2x otvoru Ø11 mm pro O kroužek		CNC centrum DMU 50 / Obrobna	T02 D = 10 mm L = 40 mm	Posuvné měřítko rozsah od 0 do 200 mm
11	Vytvoření dutiny tvárnice a dokončení povrchu		Elektroerozivní obrábění		Laserové skenery a konfokální sonda
12	Kontrola rozměrů		Laserový skener / Kontrola		