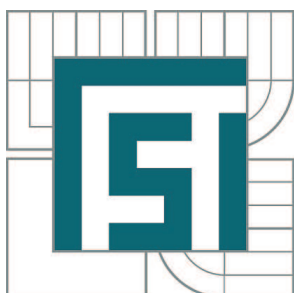


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH REALIZACE TECHNOLOGIE SOUČÁSTI "DC-ŠTÍT" V TYPOVÝCH VARIANTÁCH U MALÉ FIRMY

TECHNOLOGY SOLUTION OF "DC-ŠTÍT" COMPONENT IN THE CONDITION A SMALL
ENGINEERING COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JIŘÍ KOMÍNEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2010/11

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jiří Komínek

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Návrh realizace technologie součásti "DC-štít" v typových variantách u malé firmy

v anglickém jazyce:

Technology solution of "DC-štít" component in the condition a small engineering company

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Technologické členění součásti v návaznosti na požadavky konečného odběratele. Rozbor variant technologie včetně montáže přípravku. Navrzení univerzální (sjednocené) verze technologie s možností snadné modifikace v případě výskytu dočasných problémů při výrobě jednotlivých typů součástí. Sestavení sady progresivního náradí pro kompletní obrábění všech součástí. Doložení pracovního cyklu použitého stroje. Stanovení kritérií pro postupné zprovoznování v dané firmě. Ekonomické zhodnocení včetně ekologického hlediska.

Cíle diplomové práce:

Řešení technologie rozsáhle modifikované součástkové základny s návazností na současné možnosti firmy. Formulování základních etap při procesu TPV a přechodu do výrobní sféry. Zohlednění nezbytného ekologického přístupu v navrženém řešení.

Seznam odborné literatury:

1. CIHLÁŘOVÁ, P., HILL, M. and PÍŠKA, M. Fundamentals of CNC Machining. [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://cnc.fme.vutbr.cz>>.
2. KOČMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
3. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
5. HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
6. KOČMAN, K. Speciální technologie obrábění. 3. vyd. Brno: VUT v Brně, Akademické nakladatelství CERM, 2004. 230 s. ISBN 80-214-2562-8.

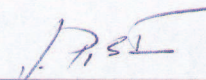
Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

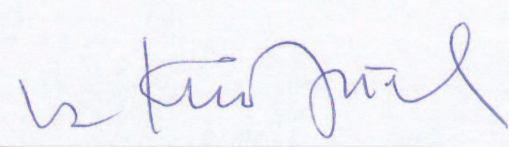
V Brně, dne 24.11.2010

L.S.





prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

ABSTRAKT

Návrh technologie výroby součástí „DC-štít“ skládající se z bloku A a bloku B, definice úkolů pro TPV. Specifikace materiálu, výroby a kontroly polotovaru. Stanovení základen, technologii obrábění a řezných materiálů. Určení výrobních strojů, vypracování pracovních postupů a sestavení nástrojové sady. Definice přípravků, charakteristika základních změn. Sestavení programu a sestavení systému podprogramů. Stanovení rozsahu kontroly, měření a postupu balení. Ekonomické zhodnocení s přihlédnutím na environmentální aspekty výroby.

Klíčová slova

Polotovar, odlitek, obrábění, nástroje, řezné materiály, kontrola, program, podprogram

ABSTRACT

This diploma work describes below mentioned issues: a plan of construction technology of component called “DC shield” which consists of a block A and a block B, definition of the tasks for “TPV”. Specification of material, production and checking of a semi-product. Determination of the bases, technologies of working and cutting materials. Determination of the manufacturing machines, working out of processing and composition of a tool set. Definition of the jigs, characteristic of the basic changes. Composition of a program and composition of the subroutine systems. Determination of a checking range, measuring and a process of packaging. Economical evaluation with taking account of environmental aspects of the production.

Key words

semi-product, casting, working, tools, cutting materials, checking, program, subroutine

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOMÍNEK, Jiří. *Návrh realizace technologie součásti “DC-štít” v typových variantách u malé firmy: Diplomová práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 71 s., 6 příloh. Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Návrh realizace technologie součásti "DC-štit" v typových variantách u malé firmy vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

16.5.2011

.....
Bc. Jiří Komínek

Poděkování

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi z FSI VUT Brno, svému zaměstnavateli firmě PBS Velká Bíteš a. s. za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. Děkuji celé rodině za podporu a pochopení.

OBSAH

Abstrakt	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah.....	7
Úvod	9
1 SPECIFIKACE SOUČÁSTI	10
1.1 Součást “DC – Štít“	10
2 DEFINICE ÚKOLŮ PRO TECHNICKOU PŘÍPRAVU VÝROBY - TPV	12
2.1 Hlavní kritéria výroby dle SOD odběratele.....	12
2.2 Možnosti vybavení firmy	12
3 MATERIÁL POLOTOVARU	13
3.1 Litiny	13
3.2 Litina s lupínkovým grafitem.....	14
3.3 Obrobitelnost litin	16
3.4 Výroba polotovaru.....	17
3.4.1 Odlitek	18
3.4.2 Postup výroby odlitku a základní konstrukční pravidla při výrobě odlitku	18
3.4.3 Vady odlitku.....	19
3.5 Kontrola polotovaru.....	22
3.5.1 Vizuální kontrola	22
3.5.2 Kontrola rozměrová.....	22
3.6 3D kontrola.....	23
4 SPECIFIKACE ZÁKLADEN	25
4.1 Specifikace základen pro dílec DC-štít.....	25
5 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	28
5.1 Varianty obrábění.....	28
5.2 Nástrojové materiály	32
5.3 Určení výrobních strojů	33
5.4 Horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WH 10 CNC	33
5.5 Horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WHN 130MC.....	34
5.5.1 Technické parametry	34
5.6 Centrum StarragHeckert HEC 630 Athletic	36
5.6.1 Technické parametry	36
5.7 Pracovní postupy	39
5.8 Nástrojová sada	43
5.9 Čas výroby dílce.....	45
5.10 Stanovení výrobních nákladů.....	48
5.11 Ekonomické zhodnocení	49
6 DEFINICE PŘÍPRAVKŮ	49
6.1 První přípravek	50
6.1.1 Popis přípravku.....	50
6.1.2 Postup upínání na prvním přípravku.....	52
6.2 Druhý a třetí přípravek	52
6.2.1 Popis přípravků.....	52
6.2.2 Postup upínání.....	54

7	POPIS ZÁKLADNÍCH ZMĚN DÍLCŮ.....	54
7.1	Změny bloku A.....	55
7.2	Změny bloku B.....	58
7.3	Kombinace několika změn.....	60
8	PROGRAMOVÁNÍ A SYSTÉM PODPROGRAMŮ	61
8.1	System podprogramů	63
9	VÝSTUPNÍ KONTROLA A BALENÍ.....	64
9.1	Výstupní kontrola	64
9.2	Postup balení	65
	Závěr	67
	Seznam použitých zdrojů	68
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	70
	Seznam příloh	71

ÚVOD

Technologie je jedním z technických oborů, který aplikuje poznatky zejména z vědních oborů fyziky, matematiky a chemie při zavádění zdokonalování a využívání výrobních postupů. Vývoj technologie je úzce spjat s vývojem poznání vědy a techniky. Kvalita aplikované technologie dominantním způsobem ovlivňuje nejen užité vlastnosti hotového výrobku, ale i ekonomiku výrobku.

Výrobní proces je soubor na sobě nezávislých činností, při kterých se přetváří výrobní materiál v hotový výrobek. Výrobní proces je realizován technologickými postupy, které dávají stručný návod zpracování polotovaru v součást nebo hotový výrobek.

Technologický postup jako předpis pro výrobu určitého dílce nebo celého strojního zařízení je doklad, který určuje způsob výroby daného dílce. Předepisuje výrobní zařízení a pomůcky, které jsou k výrobě potřebné, a udává podmínky, kterých má být při provádění jednotlivých operací použito.¹

Obecných zásad pro navrhování technických postupů, které lze přečíst v odborné literatuře, bude dbáno při sestavování postupu pro řešenou součást. Samozřejmě s přihlédnutím k možnostem a zvyklostem firmy.

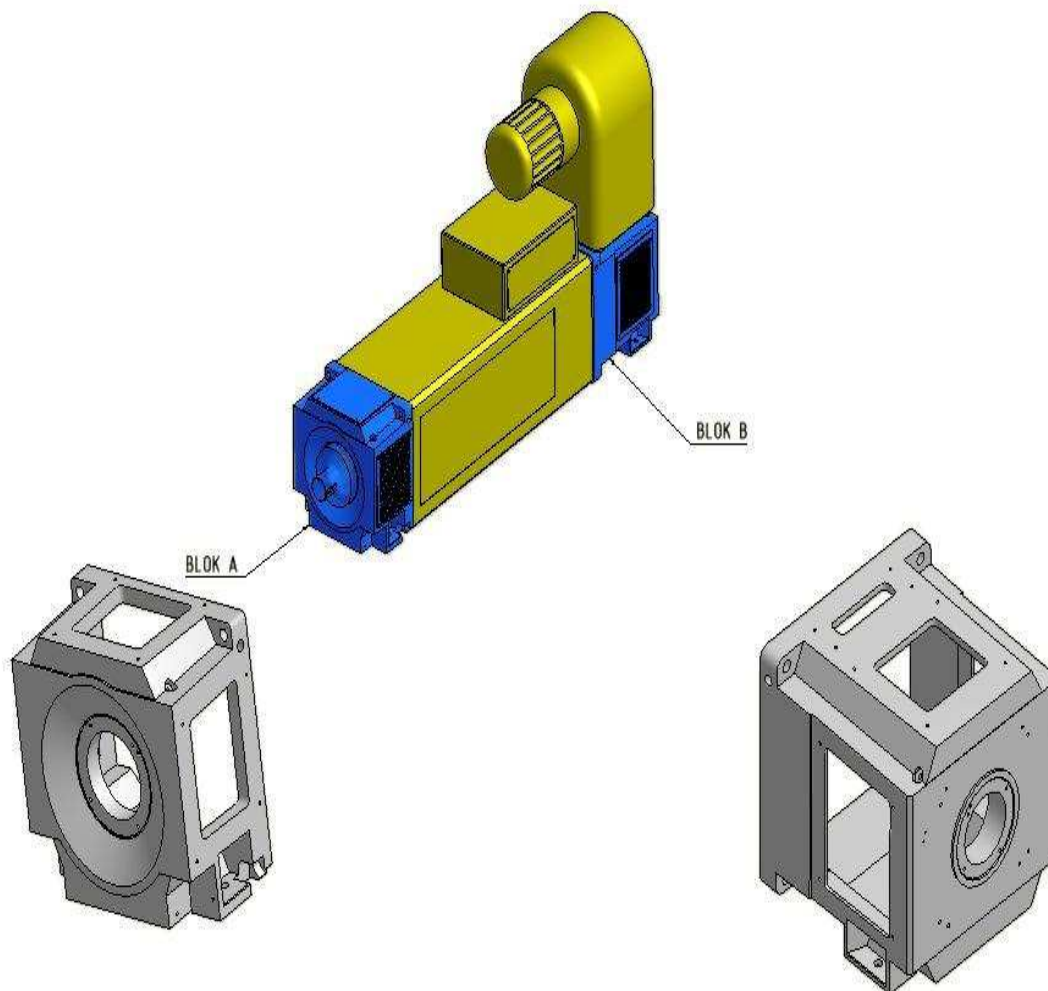
Jedním z rozhodujících faktorů pro úspěšný rozvoj společnosti PBS a.s. Jsou naši spolupracovníci, kteří svojí odborností, tvůrčím přístupem, zručností a dovednostmi zajišťují vysokou technickou úroveň našich výrobků a poskytovaných služeb. Druhým faktorem úspěšnosti firmy je dodržování zásad systému jakosti a environmentu při interních i externích procesech.²



Obr. 1. Letecký pohled na areál PBS a. s. Velká Bíteš².

1 SPECIFIKACE SOUČÁSTI

Řešená součást s názvem “DC – Štít“ se skládá z bloku “A“ a bloku “B“. Jejich hlavní funkcí je uložení středové hřídele elektromotoru, a současně slouží jako součást vnějšího pláště elektromotoru.



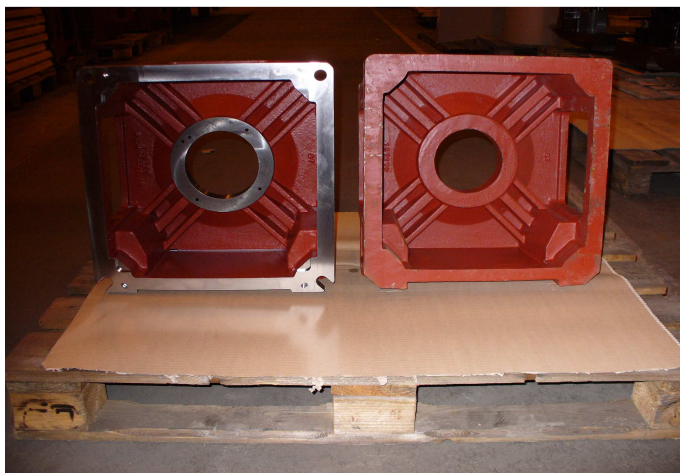
Obr. 1.1 Schematický model elektromotoru

“DC – Štít“ tedy blok “A“ a blok “B“ je vyspecifikován jako subdodávka pro objednavatele. Motor s hřídelí a příslušenstvím není součástí řešení.

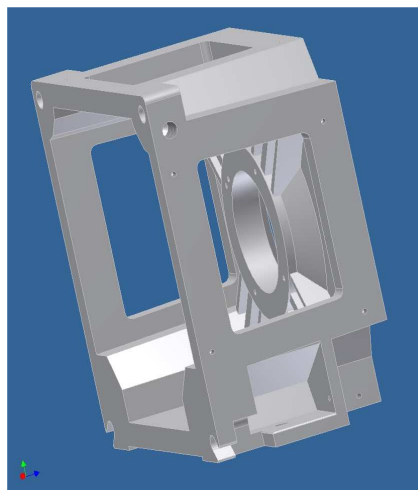
1.1 Součást “DC – Štít“

Blok “A“ (obr. 1.2 a 1.3) a blok “B“ (obr. 1.4) jsou z hlediska technologického skříňové součásti, jež jsou vyráběny obráběním z polotovaru odlitek. Z litiny ČSN 42 24 25.

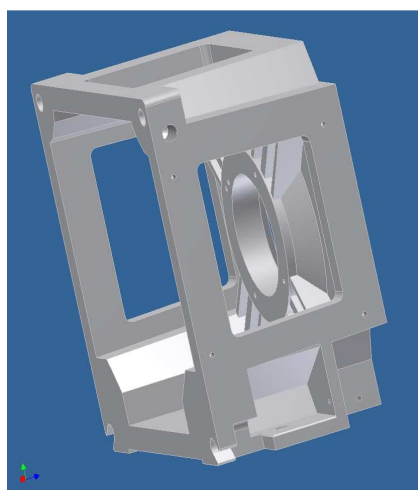
Musí dosahovat přesnosti a kvality určených konstrukční dokumentací a požadavky odběratele, který předpokládá výrobu 1100 ks štítu ročně.



Obr. 1.2 Obrobený a surový blok „A03.00“.



Obr. 1.3 Blok A.



Obr. 1.3 Blok B.

2 DEFINICE ÚKOLŮ PRO TECHNICKOU PŘÍPRAVU VÝROBY - TPV

V současnosti je součástí s názvem „DC - štít“ u firmy vyráběna, avšak reakcí na úspěšnost celého projektu konečného dodavatele na trh bylo nutno součást modifikovat a upravit modulárně. Navíc z původního vyráběného množství 300 kusů ročně, jež bylo vyráběno jako doplňkový sortiment na horizontálním obráběcím centru WHN 130, je v nových obchodních specifikacích stanoveno roční vyráběné množství na 1100 kusů ročně.

Samozřejmě, původní výroba byla kusová respektive svým objemem nanejvýš malosériová, technologická příprava výroby byla potlačena na minimum, což sice není v rozporu s žádnými normativy, ale je jasné, že v sérii 1100 ks/rok musí být do detailu stanoveny.

2.1 Hlavní kritéria výroby dle SOD odběratele

Jsou stanovena:

- dostupnost polotovaru v přiměřené kvalitě,
- přesnost dle výkresové dokumentace,
- pružná reakce na změnu modifikace jednotlivých součástí,
- zajištění požadovaných termínů dodávek,
- stanovení přejímacích podmínek (balení, zakonzervování obrobených ploch),
- doložení činnosti kontroly,
- záruční servis.

2.2 Možnosti vybavení firmy

Firma zajišťuje:

- materiální zabezpečení,
- strojní vybavení,
- nástrojové vybavení,
- personální a směnné možnosti,
- stanovení stupně kvality výstupní kontroly v návaznosti na SOD,
- možnosti manipulačních prostředků,
- zvážení ekologických hledisek.

Hlavní kritéria výroby dle SOD odběratele a možnosti vybavení firmy musí být mezi sebou konfrontovány ještě před podepsáním smlouvy a předpokládá se (pro účely této práce), že byly kontrolovány společně obchodním oddělením a oddělením technologie firmy.

Když došlo ke shodě obou stran, je nutné sestavit technologický postup výroby součásti, a to dle všeobecně závazných normativ a rychlosti výroby firmy.

Technologický postup bude obsahovat:

- materiál polotovaru,
- výroba polotovaru,
- vstupní kontrola, posouzení odstranitelnosti případných vad polotovaru,
- specifikace základen,
- dodržení tvaru a geometrie součásti, tj. volba způsobu obrábění,
- určení výrobních strojů,
- materiály pro řezné nástroje,
- sestavení pracovního postupu,
- návrh sady progresivního nářadí pro kompletní obrábění všech ploch,
- specifikace přípravku.
- sestavení NC programu,
- kontrola a sestavení měřicích protokolů,
- specifikace expedičních operací.

3 MATERIÁL POLOTOVARU

Součást je vyráběna a dodávána zákazníkem. Materiál, z něhož je vyráběna, je litina s lupínkovým grafitem: ČSN EN 1561, konkrétně litina: EN GJL 250, dle ČSN 42 24 25.

3.1 Litiny

Litiny jsou slitiny železa, uhlíku a doprovodných prvků (žádoucích i nežádoucích), kde obsah uhlíku je nad 2 hm%, když součet všech doprovodných prvků nepřesáhne 2%.

Grafitické litiny obsahují uhlík ve formě grafitu, který krystalizuje v hexagonální soustavě (hcp mřížka). Jejich vlastnosti závisí na množství, tvaru a velikosti grafitických útvarů a na typu kovové matrice, ve které je grafit rozložený.³

Kritériem k rozdělení litin je strukturní hledisko. Podle něho rozlišujeme litiny bílé s cementitickým eutektikem a litiny grafitické s grafitovým eutektikem. K základním typům grafitických litin náleží i litina s vločkovým grafitem, u níž vzniká grafit rozkladem cementitu v tuhém stavu až při tepelném zpracování – temperování. Za přechodové typy lze považovat litiny tvrzené, které mají ve struktuře současně oba typy eutektika.⁴

Mechanické vlastnosti závisí nejen na tvaru a velikost grafitu, ale i na matrici (feritická, feriticko – perlitická, perlitická), což je základní kovová hmota, ve které je uložen grafit. Se zvyšujícím se podílem perlitu ve struktuře narůstají pevnostní charakteristiky a naopak tažnost či houževnatost klesají.⁴

3.2 Litina s lupínkovým grafitem

Litina s lupínkovým grafitem ČSN EN 1561 je definována jako slitina železa a uhlíku na odlitky, v níž je volný uhlík přítomen jako grafit, převážně ve tvaru laterálních částic – lupínků.⁴

Je to poměrně levný konstrukční materiál s dobrými slévárenskými vlastnostmi. Protože lupínky grafitu vytváří v základní kovové hmotě litiny velké množství vrubů, snižují mechanické vlastnosti. Deformační charakteristiky jsou minimální, tažnost těchto litin je menší než 1%.⁴



Obr. 3.1 Litina s lupínkovým grafitem s matricí perlitickou³

Na druhé straně se lupínky grafitu projevují pozitivně ve struktuře zvýšením schopnosti útlumu a tím snížením citlivosti na účinek vrubů. Skutečnost, že grafit je téměř spojitý rozvětvený útvar, se projevuje také kladně na slévárenských vlastnostech, které jsou, s ohledem na vynikající zabíhavost a s relativně malým sklonem k smršťování, nejlepší z grafitických litin. Dále mají grafitické litiny, litina LLG obzvlášť, lepší tepelnou vodivost než oceli. Kromě tvaru grafitu je také důležitá velikost grafitických částic, čím více máme částic, a jsou menší, tím se zvyšuje pevnost litiny.³

Hlavní konstrukční výhody litiny s lupínkovým grafitem:

- možnost ovládní poměrně jednoduchými cestami mechanické a fyzikální vlastnosti,
- téměř neomezená možnost tvarování odlitku podle požadavků konstruktéra,
- možnost odlévání odlitků s velmi malými i značnými tloušťkami stěn,
- v poměru k pevnosti v tahu vysoká pevnost v ohybu a tlaku,

- malá citlivost na konstrukční vruby, a to i při cyklickém namáhání.
- tlumení vibrací (klidnější chod a vyšší přesnost strojů, menší hlučnost, odpadávají problémy s rezonancí dílů,
- menší napětí při deformaci než ocel (důležité při montážích, u tunelů, potrubí,...),
- necitlivost na nízké a vysoké teploty (na rozdíl od oceli nemá přechodovou teplotu a ve srovnání se slitinami hliníku má výrazně pozvolnější pokles pevnosti a tuhosti za zvýšených teplot),
- dobrá tepelná vodivost (omezuje deformace a pnutí při změnách teploty a zvyšuje přesnost dílů i strojů – spalovací motory, přesné stroje),
- dobré kluzné vlastnosti při zabíhání a suchém tření (uložení, vedení brzdy, spojky),
- nízká citlivost na nedodržování zásad provozu,
- nezávislost vlastností na době provozu (nestárne).⁵

Konstrukční nevýhody litin s lupínkovým grafitem:

- nižší pevnost v tahu,
- nižší pevnost v silných průřezích,
- citlivost struktury a vlastností na rychlost chladnutí,
- nízkou houževnatost,
- nižší odolnost proti opotřebením,
- obtížnou svařitelnost.⁵

Možnosti použití jednotlivých typů litin s lupínkovým grafitem je vidět v tabulce 3.1.

Materiálem součásti „DC-štít“ je litina s lupínkovým grafitem EN GJL 250, dle označení ČSN 42 24 25, charakteristiky materiálu jsou utříděny do materiálové tabulky v příloze 1.

Tab. 3.1 Doporučené použití ³

Značka	Charakteristika	Použití
GJL-150 (JL-1020) 42 2415	nelegovaná, pro obecné použití	Litina je vhodná pro odlitky s tloušťkou stěn od 5 do 30 mm. Např. na smaltované výrobky, vodovodní tvarovky, součásti textilních a polnohospodářských strojů, na části motorů jako víka, poklopy, ložiskové tělesa, řemenice. Pro teploty od -60 do 500 °C.
GJL-200 (JL 1030) 42 2420	nelegovaná, pro obecné použití, pro vyšší teploty	Litina je vhodná pro odlitky s tloušťkou stěn 8 až 45 mm. Např. na odlitky strojů, armatur, částí pístových motorů, turbín, na válce kompresorů apod. Pro teploty -60 až 500 °C
GJL-250 (JL 1040) 42 2425	nelegovaná, pro vyšší tlaky a namáhání, pro vyšší teploty	Litina je vhodná pro odlitky s tloušťkou stěn od 15 do 70 mm. Např. na válce motorů, součásti turbín, podřadnější ozubená kola, stojany obráběcích strojů, skříňe převodů. Pro teploty od -60 do 500 °C.
GJL-300 (JL-1050) 42 2430	nelegovaná, pro vyšší tlaky a namáhání, pro vyšší teploty	Je vhodná pro odlitky s tloušťkou stěn od 25 až do 100 mm. Je vhodná na velmi namáhané odlitky strojních součástí, na stojany těžkých obráběcích strojů, na speciální odlitky, součásti armatur. Pro teploty od -60 do 500 °C.
GJL-350 (JL-1060) 42 2435	nelegovaná, pro vyšší tlaky a namáhání, pro vyšší teploty	Litina je vhodná pro odlitky s tloušťkou stěn od 40 do 150 mm i víc. Např. na těžké, vysoce namáhané odlitky jednoduchých tvarů s mírnými přechody průřezů, na stojany velmi těžkých strojů, tělesa čerpadel. Pro teploty od -60 do 500 °C.

3.3 Obrobitelnost litin

Pro další určení materiálu pro řezné nástroje, řezných nástrojů a řezných podmínek je obrobitelnost jednou z nejdůležitějších vlastností materiálu a

v obecném smyslu lze definovat míru schopností daného konkrétního materiálu být zpracován některou z metod obrábění.

Obrobitelnost závisí na mnoha faktorech:

- způsob výroby a tepelného zpracování obráběného materiálu,
- mikrostruktura obráběného materiálu,
- chemické složení obráběného materiálu,
- fyzikální a mechanické vlastnosti obráběného materiálu,
- metoda obrábění,
- řezné podmínky,
- řezné prostředí,
- geometrie nástroje,
- druh a vlastnosti nástrojového materiálu. ⁷

Obrobitelnost litin závisí na jejich chemickém složení, způsobu výroby a její struktuře. Na obrobitelnost všech druhů litin má vliv především uhlík a jeho forma, v jaké je obsažen. Většina šedých litin obsahuje uhlík ve formě grafitu, který má na její obrobitelnost příznivý vliv. Obrobitelnost šedé litiny je tím lepší, čím větší jsou rozměry a počet částic grafitu. Přítomnost křemíku v litině zlepšuje obrobitelnost litiny, poněvadž křemík způsobuje grafitizaci uhlíku. Optimální obsah křemíku, z hlediska obrobitelnosti, je asi 2,5 až 2,7 %. Při větším obsahu křemíku se obrobitelnost litiny zhoršuje. Fosfor v litině se slučuje se železem na fosfid Fe_3P , který má značný brousící účinek. Přítomnost fosforu ve větším množství než 0,3 % působí na obrobitelnost nepříznivě. Síra a mangan působí na obrobitelnost litiny příznivě. V mikrostruktuře jsou litiny zpravidla ve formě siřníku manganatého MnS , který je rozptýlen v kovu a zlepšuje obrobitelnost litin. Při zvýšení obsahu manganu nad 0,8 % se obrobitelnost litiny zhoršuje. Legovací prvky ovlivňují obrobitelnost litin účinkem na její mikrostrukturu a působí změnu mechanických vlastností. Mechanické vlastnosti litiny legovací prvky vesměs zvyšují, a tím zhoršují obrobitelnost. ⁷

Značný vliv na obrobitelnost litiny má její mikrostruktura, závislá na podmínkách lití, tuhnutí, tepelném zpracování a chemickém složení. ⁷

Šedá litina je obecně dobře obrobitelná, její tříška je z pravidla elementární. Stupeň její obrobitelnosti závisí na struktuře a na tloušťce stěn odlitku. Se zmenšující se tloušťkou se obrobitelnost zhoršuje. ⁷

3.4 Výroba polotovaru

Ačkoliv slévárenství patří mezi nejstarší výrobní postupy, stále se bez odlévaných dílů neobejde žádný složitější strojírenský výrobek. Současné možnosti slévárenské technologie díky pokroku v oblasti metalurgie i výroby forem, systému jakosti a možnosti využití počítačové simulace, která napomáhá optimalizovat konstrukci odlitku s ohledem na zatížení, nebezpečí

výskytu vad, pnutí a deformací, udržují slévárenství stále konkurenceschopné s ostatními odvětvími výroby polotovarů.⁵

3.4.1 Odlitek

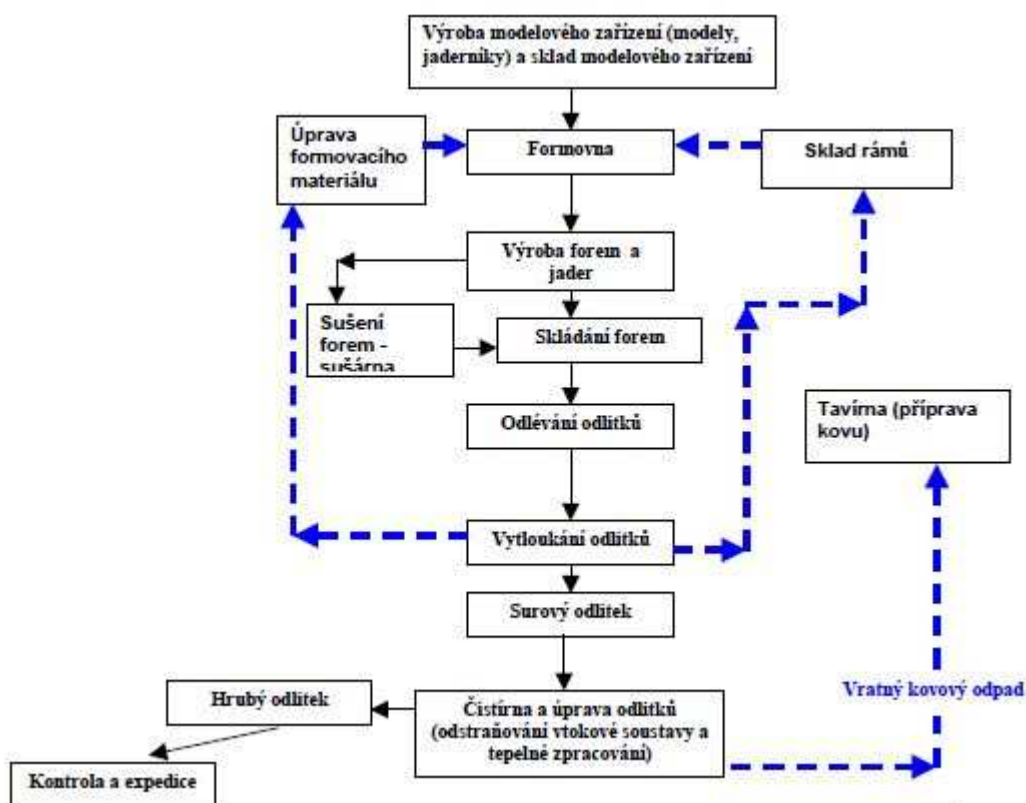
Odlitek je polotovar, který vznikne litím roztaveného kovu do pískové formy. Odlitky lze odlévat z železných i neželezných kovů, pokud jsou vhodné zejména pro zatížení tlakem a pro součásti, u nichž je požadováno tlumení vibrací (frémy obráběcích strojů, převodové skříně apod.).⁶

Požadavky na konstrukci odlitků je možno členit, vyhodnocovat a aplikovat různými způsoby. Bývá však doporučováno nejprve sestavit soubor všech požadavků, které jsou na odlitek kladeny, a ty rozdělit do dvou skupin podle závažnosti na:⁵

3.4.2 Postup výroby odlitku a základní konstrukční pravidla při výrobě odlitku

Technickým podkladem pro výrobu odlitku je výkres součásti. Podle tohoto výkresu zhotoví modelárna výroby modelové zařízení (modely, jaderníky, šablony) a použije ho ve formovně pro zhotovení formy. Po odlití a ztuhnutí se odlitek vyjme z rámu, je to tzv. surový odlitek. Surový odlitek se v čistírně zbavuje vtokové soustavy, výfuků, nálitků, jader, zbytku písku na povrchu. Získá se tak hrubý odlitek, který se může ještě tepelně zpracovat a je konečným výrobkem slévárny.⁵

- **Základní konstrukční pravidla** lze shrnout do následujících bodů: volba materiálu odlitku; jednoduché tvary odlitku o stejnoměrné tloušťce stěn; žádné ostré úhly a hrany; různé tloušťky stěn spojeny pozvolnými přechody; v jednom místě se má spojit co nejméně stěn; vnitřní pnutí nesmí způsobit vznik trhlin; správná volba přídavku na obrábění; model se musí dát vyjmout z formy (úkosy a technologické přídavky); vnitřní stěny odlitku chladnou mnohem pomaleji než vnější; odlitek má být bez výčnělků a osazení.⁵
- **Základní pravidla při vypracování technologického postupu:** zajištění usměrněného tuhnutí oceli v odlitku směrem k místům, kde jsou postaveny nálitky; poloha při formování a lití musí zaručit minimální spotřebu práce a materiálu na vyrobení a obrobení odlitku; základní obrobené plochy musí být uloženy ve spodní části; vnitřní dutiny tvořené jádry mají umožnit kontrolu tloušťky stěny odlitku při skládání formy a spolehlivého uložení jader; tenké stěny odlitku mají být umístěny ve spodní části formy šikmo nebo svisle.⁵

Obr. 3.2 Postup výroby odlitku⁵

- **Nezbytně nutné požadavky** ovlivňující funkci životnosti a spolehlivosti odlitku. Jejich nesplnění neumožní dosáhnout požadovaných parametrů odlitku a způsobuje vznik závažných vad. Sem patří např. základní geometrické prvky, přenos silových toků, tuhost a pevnost za provozních teplot, potlačení nebezpečí vzniku deformací, porezity, staženin a trhlin apod. Dále to případně může být svařitelnost materiálu, odolnost proti opotřebení, požadovaná drsnost funkčních ploch atd.⁵
- **Doplňující požadavky** ovlivňující jakost a hospodárnost výroby, např. jednoduché a levné modelové zařízení, rovinná dělicí plocha formy, dostatečné úkosy, malý počet jader, nízká cena a spotřeba materiálu, potlačení povrchových vad, omezení vnitřních prutí, jednoduchá úprava odlitku, minimální přídatky na obrábění, dobrá obrobitelnost, malý rozptyl rozměrů a vlastností, nenáročná kontrola atd.⁵

3.4.3 Vady odlitku

Vada odlitku je každá odchylka vzhledu tvaru, rozměru, hmotnosti, makro struktury a laboratorními zkouškami zjištěná odchylka vlastností od příslušných norem nebo technických podmínek.⁵

Nezaběhnutí

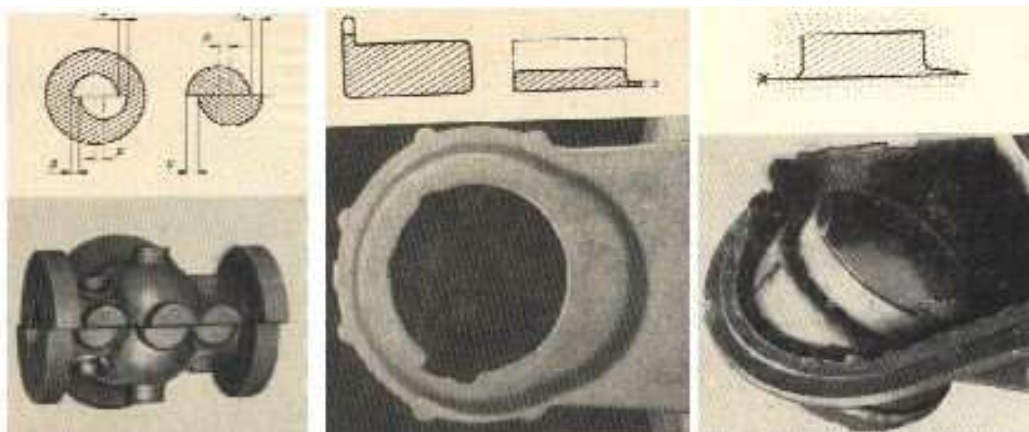
- Popis vady - neúplně vytvořené tvary odlitku, způsobené nedostatečným vyplněním formy nebo vytečením kovu z formy po odlití.
- Nejčastější příčiny vady: nízká teplota kovu při lití, malá rychlost lití nebo dlouhá doba lití, neodvzdušněná forma, nevhodně umístěná vtoková soustava, nedostatečně vyztužená nebo zatížená forma, nedolitá forma.⁵

Přesazení

- Popis vady – posunutí jedné části tvaru odlitku proti druhé. Též posunutí dutin nebo děr proti povrchovému obrysu odlitku.
- Nejčastější příčiny vady: nedostatečné zajištění různých částí modelu proti posunutí, nesprávná poloha různých částí modelu při formování, zborcený nebo nabobtnalý model, nesprávně složená forma, velká vůle ve znaménkách forem a jader, posunutí části formy nárazem.⁵

Zatekliny

- Popis vady – výčnělky různého tvaru na odlitku, nepředepsané výkresem.
- Nejčastější příčiny vady: nepřesně zhotovené modely a jaderníky, příliš velké rozklepání modelu ve formě, příliš mnoho nebo přílišná hustota kaše k utěsnění dělicí plochy mezi spodkem a vrškem formy, nedostatečné stažení nebo zatížení formy před litím.⁵



Obr. 3.3 Přesazení, nezaběhnutí, zatekliny⁵

Vyboulení

- Popis vady – nepravidelné místní deformace povrchu odlitku.
- Nejčastější příčiny vady: nesprávná volba formovací směsi, nevyhovující technologické vlastnosti formovací směsi, nedostatečné nebo nerovnoměrné upěchování formy nebo jádra, nedostatečná tuhost formovacích rámců.⁵

Zborcení

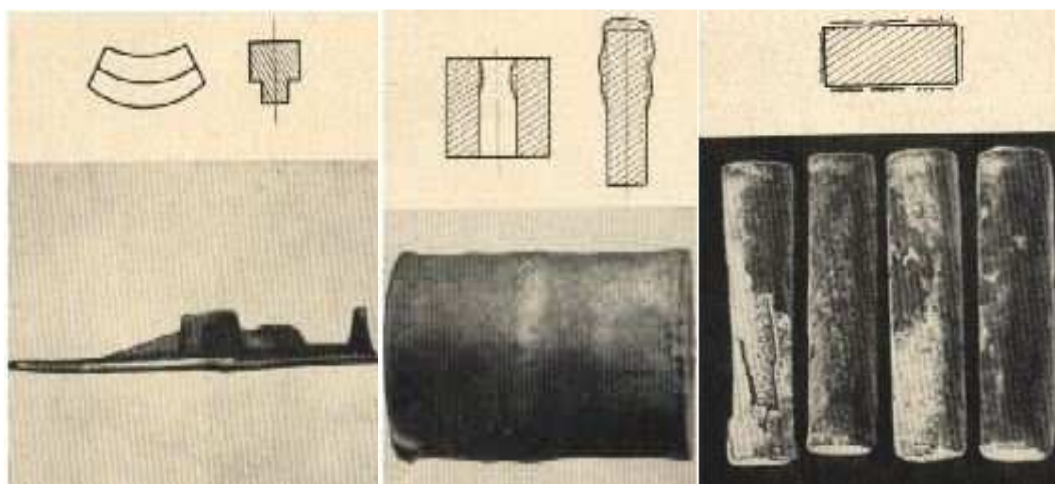
- Popis vady – změna tvaru a rozměru odlitku proti výkresu, způsobena např. vnitřním pnutím.
- Nejčastější příčiny vady: konstrukce odlitku (příliš velké rozdíly v tloušťkách stěn odlitku), vadné modelové zařízení (deformované vlivem opotřebení nebo špatného uložení), příliš vysoká teplota lití, neopatrné čištění odlitku, nesprávné uložení při tepelném zpracování, nesprávná manipulace s odlitkem nebo nesprávné uložení.⁵

Okujení, opálení

- Popis vady – nadměrná vrstva oxidu kovu, lpící více nebo méně na povrchu odlitku, vzniká při nesprávném tepelném zpracování.
- Nejčastější příčiny vady: nesprávná (vysoká) teplota nebo dlouhá doba žíhání při tepelném zpracování, (nesprávná atmosféra v peci), nedostatečné čištění žíhaného odlitku, nedostatečné (nedokonalé) moření.⁵

Omačkání, potlučení, pohmoždění

- Popis vady – poškození vzhledu povrchu odlitku při mechanických operacích.
- Nejčastější příčiny vady: nesprávné čištění v čistícím stroji, vázání měkkých odlitků řetězem, nárazy při dopravě, nesprávné rovnání odlitků.⁵

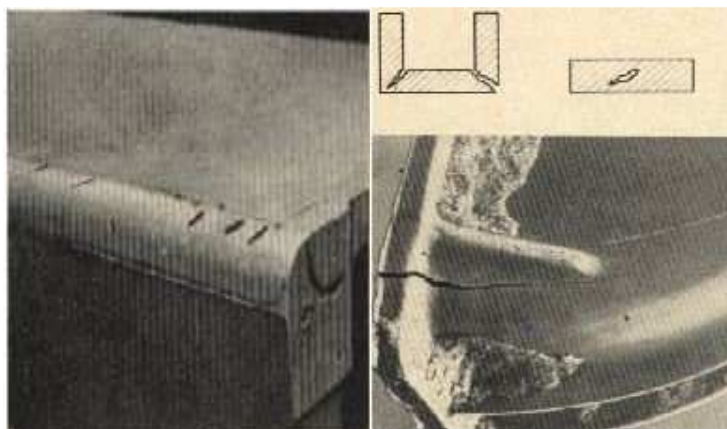


Obr. 3.4 Zborcení, vyboulení, okujení⁵.

Trhliny

- Popis vady – křivolaké roztržení, nebo povrchové či vnitřní natržení stěny odlitku, vzniklé při vysokých teplotách.
- Nejčastější příčiny vady: složení trhliny (náchylné jsou slitiny s velkým teplotním intervalem tuhnutí), příliš velké rozdíly v tloušťkách jednotlivých částí odlitku a náhlé přechody mezi nimi, uzavřená

konstrukce odlitku, nevhodná teplota lití, zatekliny na odlitku, které brání smršťování. ⁵



Obr. 3.5 Omačkání, trhliny. ⁵

3.5 Kontrola polotovaru

V předešlé kapitole byla pouze zevrubně popsána technologie výroby polotovaru odléváním, kde byly zdůrazněny možné vady takto vyráběného polotovaru.

První kontrolou je kontrola vstupní vizuální, po této kontrole následuje kontrola rozměrová.

3.5.1 Vizuální kontrola

Při této kontrole budou vyřazeny kusy, kde zjevně došlo k nezaběhnutí materiálu, ke zborcení, kde jsou přebytné nálitky a na nichž se vyskytují viditelné trhliny (viz kapitola 3.4.3). Takto závažné vady materiálu by měly být vyřazeny již ve výstupní kontrole dodavatele. Ne vždy se tak stane.

Mezi méně závažné vady dodaných kusů patří např. málo důkladné očištění a vady základního nátěru.

3.5.2 Kontrola rozměrová

Kontrola rozměrová se provádí pomocí měřidel a měří se předem stanovené rozměry, jejichž hodnota je zaznamenána. Daný dílec je označen za účelem zpětného dohledání. Tyto rozměry mohou být dále použity pro účely výroby (viz kapitola 8.).

Kontrolované rozměry:

- celková výška kusu,
- rozměr ložiska,
- průměr ložiska.

Dle těchto rozměrů je možné vyhodnotit, je-li dílec vhodný pro výrobu. V tabulce 3.2 jsou zobrazeny rozměry síly ložiska, a to od nejmenšího možného rozměru. Jestliže je naměřená hodnota nižší než nejmenší možný

rozměr, dílec je nutné vyřadit. Z takového dílce by nebylo možné vyrobit součást dle požadavků zákazníka.

Tab. 3.2 Rozměry typu A a B

A	01	03	05	07	09
Výška	230	230	260	321	321
Min. rozměr ložiska	37	37	41	47	47
Rozměr ložiska	34 _{-0,3}	34 _{-0,3}	38 _{-0,3}	44 _{-0,3}	44 _{-0,3}
Průměr	∅125J6	∅125J6	∅150J6	∅180J6	∅180J6
Kruh. drážky	9H8	9H8	9H8	11H8	11H8
B	02	04	06	08	010
Výška	344	344	432	514	514
Min. rozměr ložiska	33	33	33	37	37
Rozměr ložiska	30 ^{+0,05} _{-0,15}	30 ^{+0,05} _{-0,15}	30 ^{+0,05} _{-0,15}	34 ^{+0,05} _{-0,15}	34 ^{+0,05} _{-0,15}
Průměr	∅125J6	∅125J6	∅125J6	∅150J6	∅150J6
Vystružování	∅8H7/∅8H7	∅8H7/∅8H7	∅8H7/∅8H7	∅10H7/∅8H7	∅10H7/∅8H7

3.6 3D kontrola

Protože polotovary je dodáván kooperující firmou. Pro první vyrobený odlitek navrhuji kontrolu pomocí 3D scannerem. Měla by odhalit bezkontaktní metodou jak chybný model odlitku ve slévárně, tak možné chyby rozměrové porovnáním odlitku s 3D modelem vyprojektovaným. K tomuto se předpokládá jednorázově využít mobilního zařízení ATOS I.

ATOS I je určený pro základní aplikace nevyžadující příliš vysokou přesnost a kvalitu výstupních dat. Rozlišení CCD čipu je v tomto případě 800 000 bodů na 1 záběr. Maximální měřicí rozsah je 1000x800mm při rozlišení 1bod na 1mm.⁸

Přednosti systému:

- flexibilita (jedním zařízením lze měřit objekty od několika milimetrů do několika metrů),
- vysoké rozlišení (až 66 bodů na 1mm),
- mobilita (systém lze převážet v osobním automobilu),
- jednoduchost ovládání (automatický přepočet transformací),
- hmotnost a velikost měřeného objektu je prakticky neomezená,
- po úpravě povrchu lze měřit i lesklé a průhledné objekty (zmatnění povrchu pomocí křídových sprejů),
- lze měřit i měkké materiály.⁸



Obr. 3.6 Kompletní sestava ATOS I ⁸

Proces měření:

- rychlé měření s vysokou hustotou dat (velká rozlišitelnost detailů),
- hustota dat je daná použitým zařízením a pohybuje se v rozmezí od 800 000 až do 4 000 000 bodů na 1 záběr,
- proces měření je založen na principech optické triangulace, fotogrammetrii,
- na povrch objektu jsou promítány pruhy světla, které jsou snímány pomocí dvou kamer s CCD čipem,
- software z těchto záběrů vypočítá prostorové souřadnice jednotlivých bodů,
- automatické složení jednotlivých záběrů do jednoho celku je zajištěno pomocí referenčních značek umístěných na objektu nebo mimo něj,
- za účelem naskenování celého objektu lze pohybovat skenerem i měřeným objektem. ⁸

Výstupy z digitalizace:

- optimalizovaná polygonální síť (STL),
- mrak bodů,
- řezy (body),
- obrysové a kontrastní křivky (body),

- barevné mapy odchylek od CAD modelu (obrázky),
- protokol měření (HTML, Word, PDF).⁸

Oblasti využití digitalizovaných dat:

- kontrola kvality,
- reverzní inženýrství,
- rychlá výroba prototypů,
- virtuální realita,
- přímé obrábění,
- simulace vstřikování plastů,
- simulace tažení plechu,
- kontrola kolizí dílu.⁸

4 SPECIFIKACE ZÁKLADEN

Základna je plocha nebo kombinace ploch, určujících polohu dílce při její funkci v montážní skupině nebo při jejím ustavení na obráběcím stroji.¹

Pro volbu základen obecně platí zásady:

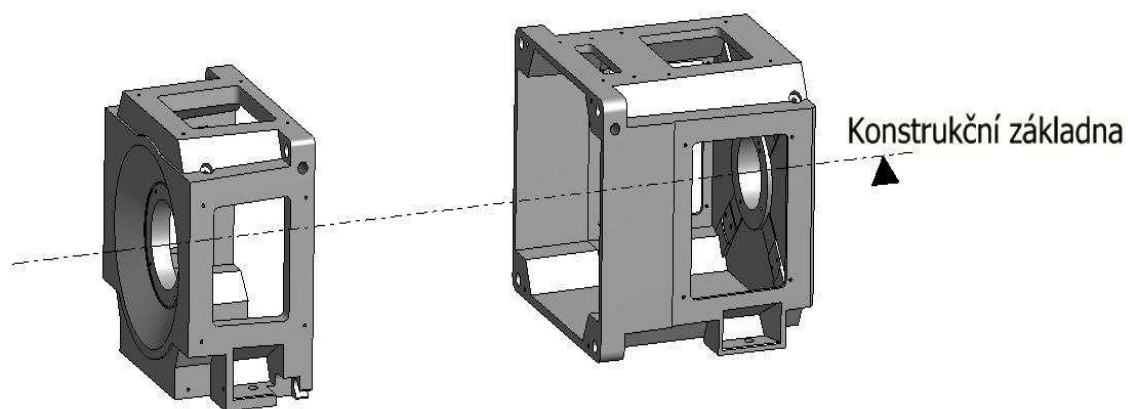
- při obrábění je vhodné volit hlavní základny za technologické,
- používat měřicí základny za ustavovací,
- k dosažení velké přesnosti se doporučuje zachovávat jednotnost základen,
- operace na součásti od jedněch základen, v optimálním případě obrobit součást při jednom upnutí.¹

4.1 Specifikace základen pro dílec DC-štit

Pro řešenou součást DC-štit, jak blok „A“, tak i blok „B“ nepřipadá v úvahu, aby se součást dala obrábět na jedno upnutí.

Konstrukční základny – jsou plochy nebo osy, určující polohu dílce k ostatním dílcům při jeho funkci ve výrobku.¹

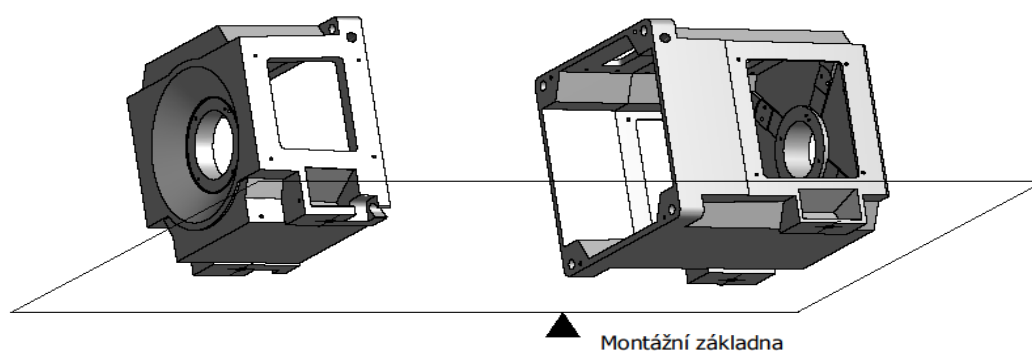
Konstrukční základnou bloku „A“ i bloku „B“ je osa ložiskových průměrů.



Obr. 4.1 Konstrukční základna

Montážní základny – jsou plochy nebo osy, kterými se dílec spojuje s dalšími dílci sestavy, a které určují jeho polohu ve smontovaném stavu.¹

Montážními základnami obou bloků jsou patky odlitků šroubované na společný rám a obráběná čela.



Obr. 4.2 Montážní základna.

Měřicí základny – plochy, od kterých se měří rozměry.¹

Měřicí základny – patky pro rozměr ke konstrukční základně, čela pro kontrolu po ložisko.

Technologické základny – jsou plochy, určující polohu dílce při jeho ustavení na obráběcím stroji nebo v přípravku.¹

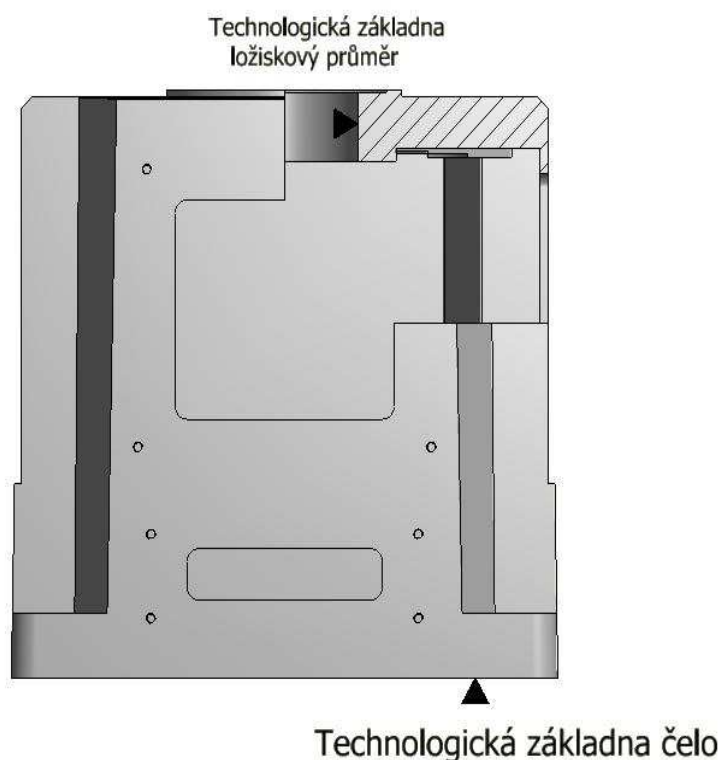
Technologické základny jsou tohoto druhu:

- hlavní – kdy se shoduje technologická základna se základnou montážní
- pomocné – když je zvolena za technologickou základnu plocha, která není vázána na funkci dílce v sestavě
- hrubé – v případě ustavení dílce na obráběcím stroji nebo v přípravku při první operaci. Jako hrubá základna se volí povrchy, které se v dalších fázích technologického postupu neobrábí.¹

Technologické základny:

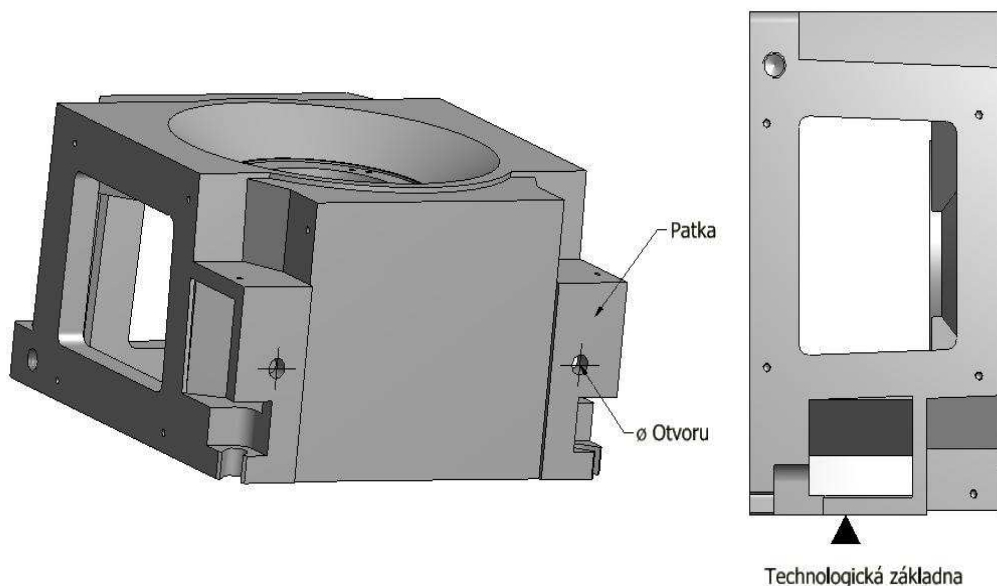
Hlavní technologickou základnou je určen:

- pro obrábění při prvním upnutí dílce je použit hrubý ložiskový průměr (celkové vystředění dílce) a hlavní čelo,



Obr. 4.3 Technologické základny první upnutí.

- pro obrábění při druhém upnutí budou u bloku „A“ i „B“ použity již ofrézované patky a pro vystředění budou použity díry na patkách, jejichž rozměr je za účelem vystředění zpřesněn.



Obr. 4.4 Technologické základny druhé upnutí.

Pomocné základny – jako pomocné plochy je nutné u typu „B“ vyfrézovat při prvním upnutí ve spodní části dílce dvě podpůrné plochy, jež nebudou mít vliv na funkci dílce.

5 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

5.1 Varianty obrábění

Obrábění – technologický proces, kterým jsou tvořeny povrchy obrobku určitého tvaru, rozměru a jakosti odebráním částic materiálu účinky mechanickými, elektrickými, chemickými, případně jejich kombinací.⁹

Za účelem obrábění dílce „DC – štít“ ve firemním prostředí budou zvažovány pouze mechanické metody obrábění.

A to převážně:

- frézování,
- vrtání,
- vystružení
- řezání závitů

Frézování - řezné podmínky jsou stanoveny dle údajů dodaných dodavatelem nástrojů, případně budou stanoveny na základě zkušeností a firemních nařízení.

Vrtání – je nečastější metoda obrábění v případě obrábění součásti „DC-štit“.



Obr. 5.1 Hlavňový vrták

Zvláštní pozornost si v tomto případě zaslouží technologie vrtání hlavňovými vrtáky. Jelikož tato technologie je použita při řešení opracování dílce „DC - štit“.

Jedná se o technologii vhodnou pro vrtání hlubokých děr. Při použití hlavňových vrtáků se výrazně zkrátí čas nutný k vyvrtání děr, a dosáhne se mnohem vyšší kvality obrobené plochy. Je však nutné dodržet předem daný výrobní postup.

Postup vrtání hlubokých děr

- výroba pilotní díry $L=1,5xD$; $D \begin{matrix} +0,03 \\ -0,01 \end{matrix}$
- zasunutí hlavňového vrtáku do předvrtané díry, a to bez spuštěných otáček,
- zapnutí pracovních otáček a současně zapnutí tlaku procesní kapaliny,
- plynulé vrtání bez přerušení až do dosažení naprogramované hloubky,
- zastavení pracovních otáček a zastavení přívodu procesní kapaliny,
- výjezd z vyvrtané díry rychloposuvem.

Pro vrtání děr větších průměrů byly použity korunkové vrtáky. S pomocí korunkových vrtáků lze vrtat díry větších průměrů bez předvrtání.



Obr. 5.2 Korunkový vrták se zahlubovací korunkou

Z důvodu úspory času nebyly klasické zahlubovací nástroje použity, ale byly nahrazeny doplňkovou zahlubovací korunkou, jež je instalována na tělesech korunkových vrtáků (viz. obr. 5.2)

Vystružování - v případě dílce „DC-štit“ je nutné vystružit pouze díry o \varnothing 8H7 a 10H7 a v těchto případech není nutné *Vyhrubování*, díry do 10 mm se pouze vystružují. Jmenovité průměry nástrojů pro výrobu přesných děr jsou zobrazeny v tabulce 5.1 ¹²

Tab. 5.1 Jmenovité průměry nástrojů pro výrobu přesných děr ¹²

Díra	Jmenovitý průměr [mm]		
	Vrták	Výhrubník	Výstružník
4	3,8	-	4
6	5,8	-	6
8	7,8	-	8
10	9,8	-	10
12	11,25	11,80	12
14	13,25	13,80	14
16	15,25	15,80	16
18	17,00	17,80	18
20	19,00	19,75	20
22	20,50	21,75	22
24	22,25	23,75	24
26	24,25	25,75	26
28	26,25	27,75	28
30	28,25	29,75	30

Vyvrátání - této metody je použito při obrábění hlavního průměru ložiska, a to jak při hrubovacích operacích, tak i při obrábění načisto. Jsou použity vrtací tyče. Materiál řezných destiček na hrubovací operace je cermet, a řezných destiček na dokončovací operace je použit materiál KNB. Použitím těchto materiálů se výrazně urychlí dané operace, za plného dosažení požadované přesnosti průměru.

K běžným požadavkům vyvrátacích operací patří možnost seřízení nástroje na předepsaný rozměr ještě před upnutím na obráběcí stroj. Řezná část nástroje se seřizuje pomocí základních dílenských měřidel, nebo častěji na jedno souřadnicových nebo více souřadnicových seřizovacích přístrojích.¹²

Požadavkem na vyvrátací nástroje načisto byla možnost jemného seřízení obsluhou. V případě vyvrátací hlavice od firmy Kenametal nebylo možné přesně korigovat případné opotřebení, a to i přesto, že tento nástroj je z výroby vybaven seřizovacím mechanismem. Proto byly tyto nástroje nahrazeny vyvrátacími hlavicemi firmy Walter.



Obr. 5.3 Vyvrátací tyče načisto zleva KENNAMETAL a WALTER.

Výroba závitů - Závity tvoří podstatnou část celkové technologie obrábění součásti „DC-štit“, a to jak u typu A, tak u typu B. Nejvíce jsou zastoupeny závity rozměru M8, jež se nacházejí v rozích předem odlitých oken. Dále se vyskytují závity rozměru M6, ty ovšem hlavně v případě určitého změnového požadavku zákazníka. Na každém dílci se vyskytují vždy dva závity pro nosná oka, a to od velikosti M16 až po velikost M30 v závislosti na velikosti daného dílce. V případě mazacího kanálku je u všech velikostí použit závit G1/8.

Pro strojní řezání se obvykle používá jeden závitník s kratším řezným kuželem, s jednou nebo více drážkami přímými nebo ve šroubovici, které jsou průběžné nebo neprůběžné.¹¹

5.2 Nástrojové materiály

Aby byla dodržena hlavní kritéria výroby dle SOD odběratele, jak byla vytyčena v kapitole 2.1, a nejen pro tento typ výrobku, je technolog firmy neustále nucen hledat rezervy ve výrobě.

Protože produktivita obrábění je přímo úměrná zvolenému druhu řezného materiálu⁷, proto je povinností technologa sledovat neustále se rozšiřující sortiment řezných materiálů. Firma PBS se snaží v tomto směru být stále na předních místech v regionu, kde nejenom používá nové speciální materiály, ale i schopna se podělit o zkušenosti s užíváním v praxi.

Jednotlivé řezné materiály jsou přiřazeny k nástrojům v nástrojových listech. Část těchto listů je součástí příloh této práce.

Zde, pouze pro přehled, jsou uvedeny základní řezné materiály, které má technolog při přípravě postupu.

Škálu řezných materiálů začíná užití pro operace **řezání závitů** (např. nástroj T105). Je použito rychlořezné nástrojové oceli legované 19 830, nejběžněji označené HSSE. Tento materiál je navržen s ohledem na svoji základní charakteristiku, tedy střední odolnost proti opotřebení a vysokou lomovou pevnost, kdy jsou vhodné pro tvarové nástroje, výstružníky, závitníky, frézy menších rozměrů, protahovací trny a nástroje vystavené rázům při přerušovaném řezu.¹¹

Pro operace **vrtání monolitními vrtáky** (např. nástroj 107) byl vybrán řezný materiál nepovlakovaný slinutý karbid s označením KF1. Jedná se o tzv. jednodobový SK se složením – WC+Co+(TaC.NbC), který je určený pro obrábění materiálů, které tvoří krátkou drobivou třísku (zejména litiny, nezelezná slitiny a nekovové materiály). Řezné síly jsou přitom obvykle relativně nízké a převládá abrazní a adhezní opotřebení.¹⁶

Pro operace **vrtání a frézování** je užito povlakovaných slinutých karbidů, a to jednak materiál s označením KC7315 (např. nástroj T121), kdy jednovrstvý povlak TiAlN je nanášen metodou PVD a řezný materiál s označením TN5515 (např. nástroj T127), s třískovým povlakem ve složení TiN-TiCN-Al₂O₃ nanášen metodou CVD.



Obr. 5.4 Vyvrtávací tyč hrubovací

Při operaci **hrubování vyvrtáváním** (např. nástroj T133) je řezným materiálem řezná keramika Si_3N_4 s označením KY 3500. Pro použití řezné keramiky je nutné věnovat zvýšenou pozornost nastavení řezných podmínek, stejně jako musí být v bezvadném stavu stroj.

Pro operaci **vyvrtávání na hotovo** (např. nástroj T120) bylo užito řezného materiálu KD 120, jenž je polykrystalický nitrid bóru, tento materiál byl vybrán, protože obráběné plochy již není nutné přebroušovat.⁷

5.3 Určení výrobních strojů

Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, součást „DC-štit“ již byla ve firmě vyráběna, ale pouze jako doplňkový produkt na horizontálním obráběcím centru WHN 130 MC. Po zvýšení požadavků zákazníka bylo třeba zvážit, zda je možné pokračovat ve výrobě součásti na stávajícím stroji se stávajícím nástrojovým vybavením. Druhou možností je přenést výrobu na jiné pracoviště při využití stávajícího strojního vybavení. Vzhledem k možnostem firmy přicházejí v úvahu tři možnosti strojů. Již zmiňované centrum WHN 130 MC, horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WH 10 CNC, a obráběcí centrum StarragHeckert HEC 630 Athletik.

5.4 Horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WH 10 CNC

Na tomto stroji (viz obr. 5.5) lze plně obrábět celou součást „DC-štit“, a to v požadovaných přesnostech. Ovšem celková náročnost výroby na tomto stroji je velká, a také doba výroby je nedostačující. Tento stroj může být využit v případě nečekané krátkodobé odstávky jiného stroje. Dále pak v případě oprav a případných drobných uprav součásti „DC-štit“.



Obr. 5.5 Stroj WH 10 CNC

5.5 Horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WHN 130MC

Stroj WHN 130 (viz obr. 5.6) je horizontální frézovací a vyvrtávací stroj. Tento stroj je určen pro třískové odebrání materiálu. Je vybaven automatickou výměnou nástroje s řetězovým zásobníkem na 60 nástrojů a vybavením pro automatickou výměnu obrobku.

Je vhodný:

- pro přesné souřadnicové vrtání, vyvrtávání, frézování a řezání závitů
- pro opracování skříňových, deskových a prostorově členitých obrobků
- pro sériovou výrobu
- pro náročné technologické využívání

V současné době je využíván pro obrábění skříňových součástí velkých rozměrů.



Obr. 5.6 WHN130 MC¹⁴.

5.5.1 Technické parametry

Tab. 5.1 Technické parametry¹⁴

Vřeteník typ R		
Průměr pracovního vřetena	mm	140
Kuželová dutina pracovního vřetena	ISO 50	
Rozsah otáček pracovního vřetena	min ⁻¹	10 - 3 000
Upínání nástroje	Hydromechanické	
Upínací síla	kN	26
Výkon hlavního motoru (S1 / S6-60)	kW	37/46
Jmenovitý krouticí moment na vřetenu (S1)	Nm	1622

Max. krouticí moment na vřetenu (S6 - 60)	Nm	2017
Výsuv pracovního vřetena W	mm	560
Paleta		
Max. hmotnost obrobku	kg	8000
Rozměry upínací plochy palety	mm	1 600 x 1 800
Upínací drážky		
- počet	ks	9
- rozteč	mm	160
- rozměr	mm	22H8
Posuvy		
Pracovní posuvy X, Y, Z, W	mm.min ⁻¹	1 - 6 000
Pracovní posuv B	min ⁻¹	0,003 - 1,5
Rychloposuv - X, Y, Z, W	mm.min ⁻¹	10 000
Rychloposuv - B	min ⁻¹	2
Další údaje		
Rozměry celkové		
- délka	mm	7300
- šířka	mm	6300
- výška	mm	4690
Pracovní tlak hydraulického obvodu	MPa	6,7-7,5
Přívod stlačitelného vzduchu		
- tlak	MPa	0,6
- množství	dm ³ /s	18
Počet NC řízených skupin (X,Y,Z,W,B)		5
Počet NC polohovatelných skupin (B)		1
Odměrování osy X, Y, Z	elektroopticko lineární	
Odměrování polohy osy B	elektroopticko rotační	
Celkový instalovaný příkon	kW	86
Provozní napětí	V	3 x 400

Stroj může pracovat v obyčejném dílenském prostředí, jehož teplota je v rozmezí +15°C až +35 °C, p ři maximální relativní vlhkosti vzduchu 70%.

Na stroji VHN 130 se již součást „DC-štit“ vyráběla, a to v požadovaných přesnostech rozměrů i dosažené časy byly dostačující. Ovšem šlo pouze o doplňkovou výrobu, která pokryla požadavky zákazníka. V tomto případě už ovšem nejde o výrobu doplňkovou, ale o výrobu hlavní. To by znamenalo omezit současnou výrobu nebo ji přenést na jiné pracoviště. V současné době není možné někam výrobu přenést, jde o výrobu příliš velkých skříňových součástí a v případě omezení současné hlavní výroby, by nebylo možné plnit požadavky jiných zákazníků.

Z těchto důvodů není možné použít stroj VHN 130 MC pro hlavní výrobu součásti „DC-štit“. Využíván bude pouze v případě odstávky vybraného stroje, nebo v případech náhlého navýšení poptávky od zákazníka, a to pouze jako doplňková výroba.

5.6 Centrum StarragHeckert HEC 630 Athletic

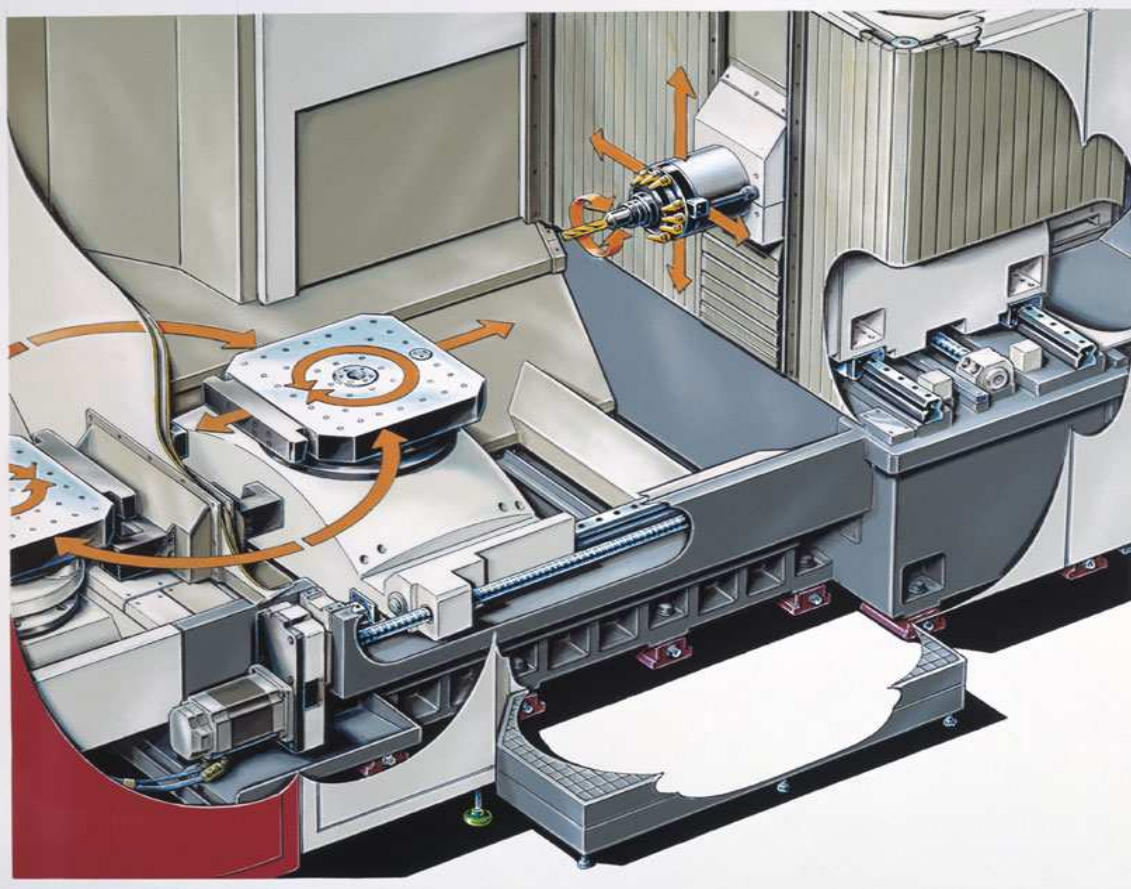
Obráběcí centrum HEC 630 Athletic od firmy StarragHeckert (viz obr. 5.7) je koncipováno jako horizontální obráběcí centrum pro komplexní obrábění obrobků skříňových tvarů vrtáním a frézováním, a to pro čtyřstranné obrábění při jednom upnutí.



Obr. 5.7 Obráběcí centrum HEC 630 Athletic

5.6.1 Technické parametry

Centrum HEC 630 je standardně vybaveno automatickou výměnou palet, jež umožňuje obsluze stroje vyjímat či vkládat obrobek na právě nevyužívanou paletu (obr. 5.8), zatímco na druhé paletě probíhá obráběcí cyklus. Díky tomuto systému nedochází k prostojům stroje, a může být dosaženo plynulosti výroby.

Obr. 5.8 Osy stroje¹⁵.Tab. 5.4 Technické parametry¹⁵

Rozměry palety	mm	500 x 500
Posuv osy x	mm	1000
Posuv osy y	mm	800
Posuv osy z	mm	1000
Rychloposuv	$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	60
Příkon pracovního vřetene	kW	28
Krouticí moment	Nm	680
Počet míst v zásobníku	ks	80
Maximální délka nástroje	mm	800
Maximální hmotnost nástroje	kg	35
Přesnost polohy v osách x, y, z	mm	0,007
Přesnost polohy NC – otočného stolu	sec	9
CNC – systém		Sinumerik
Délka stroje	m	7,30
Šířka stroje	m	5,20
Výška stroje	m	4,15
Hmotnost stroje	kg	22
Výměna nástrojů do 12 kg	s	4,7
Výměna nástrojů od 12 kg	s	6,9
Maximální doba výměny palet	s	14

Přídavná zařízení

Kontrola zlomení nástroje: toto zařízení, v případě náhlého zlomení nástroje (vrtáku), zabrání pokračování v práci, a tím nedojde ke zničení dalšího nástroje, případně i poškození obráběné součásti nebo stroje. Zastavením celého chodu stroje a upozorněním na obrazovce, je upozorněna obsluha stroje, která následně provede nápravná opatření. Toto zařízení je velmi důležité pro úsporu a kvalitu výroby.

Měřicí sonda: stroj je vybaven měřicí sondou MP9 od firmy Renishaw. Měřicí sondu lze využít k zjištění polohy obrobku a následnému automatickému ustavení obrobku natočením souřadného systému. Tato funkce je již samozřejmostí.



Obr. 5.9 Zjištění polohy obrobku sondou MP9.

Sondu lze využít při samotném obrábění, a to v případech určení velikosti přídávku každého jednotlivého odlitku. Díky tomu, v případě malého přídávku, je možné obrábět danou plochu na jeden záběr. Tím dojde k úspoře času chodu stroje, nedochází k takzvanému chodu na prázdno. Pokud je sondou naměřen velký přídavek, automaticky se určí, na kolik záběrů je nutné obrábět danou plochu. Tímto řešením je možné zabránit příliš rychlému opotřebení materiálu nástroje, a případně zabránit jeho poškození.

Při obrábění součásti „DC-štíť“ jsou tyto možnosti využity a s jejich pomocí dochází k zlepšení a zefektivnění celé výroby.

Stroj plně splňuje podmínky pro obrábění součástí „DC-štít“. Hlavní výhodou stroje HEC630 Athletic je rychlá výměna palet a rychlá výměna nástrojů. Navíc je pro potřeby obsluhy u stroje instalováno zdvihací zařízení o nosnosti 1000 kg, což je velmi důležité pro manipulaci s materiálem.



Obr. 5.10 Měření přídavku sondou MP9.

5.7 Pracovní postupy

Pro danou výrobu byl stanoven stroj HEC 630 Athletic. Následně může být stanoven výrobní postup dle stanov firmy. V tabulkách 5.5 a 5.6 jsou zobrazeny pracovní postupy pro základní provedení bloku A velikosti 05, a pro bloku B velikosti 06. Postupy pro další velikosti zde uvedeny nejsou, z důvodů malé odlišnosti mezi pracovními postupy jednotlivých velikostí.

Poznámka: V rámci firemních zvyklostí je v pracovním postupu průměr označen velkým písmenem D.

Tab. 5.5 Postup práce Blok A velikost 05.00

DC-ŠTÍT/BLOK A			ID číslo
op.	05.00	odlitek LLG	86,2kg=2989,0kč
10	9860	KONTROLA	Vstupní kontrola odlitku
			Posuvné měřítko, hloubkoměr
			Přípravek 6-741-1
			0
			Frézovat patky na míru 225+0,2
			Posuvné měřítko
			Frézovat patky na hotovo 225-0,4
			T125
			Vrtat díry patek D18,5 - 2x
			T136
			Vyvrtať díry patek D19H8 -2x
			Kontrolní váleček
			T142
			Vrtat díry D21 - 2x
			T140
			Řezat závity M24-6HX - 2x
			Kalibr závitový M24
			T141
			Frézovat osazení mazacího kanálku D25
			Posuvné měřítko
			T106
			Navrtat
			T149
			Vrtat díru D8,8/25
			T107
			Vrtat díru D8,8/158 ⁺¹
			T108
			Řezat závit G1/8/12
			Kalibr závitový G1/8
			T109
			Vrtat 13 děr D6,8/12
			T110
			Řezat závit M8-6HX/12 - 13x
			Kalibr závitový M8
			T111
			Přepnout na druhou paletu, usadit na středící kolíky, upnout
			Přípravek 6-741-2
			0
			Frézovat hlavní čelo l=260,5
			Hloubkoměr
			T172
			Frézovat vnější čelo ložiska D204,5 l=38-0,3
			Posuvné měřítko
			T171
			Vyvrtať díru ložiska D149,5 l=50
			Posuvné měřítko
			T134
			Frézovat vnitřní čelo ložiska D204 l=185,5
			Hloubkoměr
			T143
			Vrtat 4 díry D22 l=60
			T139
			Frézovat rohová vybrání R11
			Posuvné měřítko
			T155
			Frézovat drážky š=22 l=60
			T148
			Frézovat sražení hran díry ložiska
			T128
			Vrtat díry D6,8 - 7x
			T110
			Řezat závity M8-6HX /12 - 2x
			Kalibr závitový M8
			T111
			Vrtat díry D7,8/15 - 2x
			T118
			Frézovat na čisto vnitřní čelo ložiska D204 l=185-01
			Hloubkoměr
			T143
			Frézovat na čisto hlavní čelo l=260
			Posuvné měřítko
			T125
			Frézovat vnější čelo ložiska D204 l=38-0,3
			Micrometr
			T101
			Frézovat hrubovat drážky 8,8 - 4x
			Posuvné měřítko
			T152
			Frézovat na čisto drážky 9H8 - 4x
			Kontrolní váleček
			T153
			Vyvrtať díru ložiska D 150J6
			Tříbodový dutinoměr
			T135
			Srazit hrany 0,5x45°
			0
			Očistit, odepnout, označit
			0
30	9860	KONTROLA	Kontrola dle kontrolní návodky
			Vystavit protokol o shodě.
			0
40	9913	PRÁCE NATĚRAČSKÉ	Natřít dle TO-741005
			0
50	9913	PRÁCE KONZERVAČNÍ	Zakonzervovat opracované plochy dle TO-741006
			0
60	9913	BALENÍ	Balit dle TO-741007
			0

Tab. 5.6 Postup práce Blok B velikost 06.00

			DC-ŠTÍT/BLOK B		ID číslo
op.	06.00		odlitek LLG	86,2kg=2989,0kč	
10	9860	KONTROLA	Vstupní kontrola odlitku	Posuvné měřítko, hloubkoměr	
20	5126	HEC630Athletic	Usadit na hlavní čelní plochu, vystředit, upnout	Přípravek 6-741-1	0
			Frézovat patky na míru 225+0,2	Posuvné měřítko	T172
			Frézovat patky na hotovo 225-0,4		T125
			Vrtat díry patek D18,5/40 – 2x		T136
			Vyvrtnat 2 díry patek D19H8/40 – 2x	Kontrolní váleček	T142
			Frézovat půlkruhové vybrání	Posuvné měřítko	T145
			Vrtat díry D21 – 2x		T140
			Řezat závity M24-6HX -2x	Kalibr závitový M24	T141
			Frézovat osazení mazacího kanálku D25	Posuvné měřítko	T106
			Navrtat		T149
			Vrtat díru D8,8/25		T107
			Vrtat díru D8,8/158+1		T108
			Řezat závit G1/8/12	Kalibr závitový G1/8	T109
			Vrtat díry D6,8/12 – 13x		T110
			Řezat závity M8-6HX/12 – 13x	Kalibr závitový M8	T111
			Přepnout na druhou paletu, usadit na středící kolíky, upnout	Přípravek 6-741-2	0
			Frézovat hlavní čelo l=432,5	Hloubkoměr	T172
			Frézovat vnější čelo ložiska D175,5 l=31	Posuvné měřítko	T171
			Vyvrtnat díru ložiska D124,5/50	Posuvné měřítko	T133
			Frézovat vnitřní čelo ložiska D176 l=400,5	Hloubkoměr	T127
			Vrtat díry D22 l=60		T139
			Frézovat rohová vybrání R11	Posuvné měřítko	T155
			Frézovat sražení hran díry ložiska – 2x		T128
			Vrtat díry D6,8/60 – 5x		T110
			Vrtat díry D5 – 2x		T151
			Řezat závity M6-6HX - 2x	Kalibr závitový M6	T132
			Frézovat na čisto vnitřní čelo ložiska D176+0,5 l=401-0,1	Hloubkoměr	T127
			Frézovat na čisto hlavní čelo l=432	Posuvné měřítko	T125
			Frézovat vnější čelo ložiska D176 l=30 -0,15/ +0,05	Micrometr	T101
			Navrtat		T117
			Vrtat díry D7,8 – 8x		T118
			Vystružit díru D8H7 – 4x	Kontrolní váleček	T170
Vystružit díru D8H7 Průchozí – 4x	Kontrolní váleček	T119			
Vyvrtnat díru ložiska D 125J6	Tříbodový dutinoměr	T129			
Srazit hrany 0,5x45°		0			
Očistit, odepnout, označit		0			
30	9860	KONTROLA	Kontrola dle kontrolní návody Vystavit protokol o shodě.		0
40	9913	PRÁCE NATĚRAČSKÉ	Natřít dle TO-741005		0
50	9913	PRÁCE KONZERVAČNÍ	Zakonzervovat opracované plochy dle TO-741006		0

60	9913	BALENÍ	Balit dle TO-741007	0
----	------	--------	---------------------	---

Tab. 5.7 Postup práce Blok A velikost 05.01

DC-ŠTÍT/BLOK A				ID číslo	
op.	05.01		odlitek LLG	86,2kg=2989,0kč	
10	9860	KONTROLA	Vstupní kontrola odlitku	Posuvné měřítko, hloubkoměr	
20	5126	HEC630Athletic	Usadit na hlavní čelní plochu, vystředit, upnout	Přípravek 6-741-1	0
			Frézovat patky na míru 225+0,2	Posuvné měřítko	T172
			Frézovat patky na hotovo 225-0,4		T125
			Vrtat díry patek D18,5 - 2x		T136
			Vyvrtať díry patek D19H8 - 2x	Kontrolní váleček	T142
			Vrtat díry D21 - 2x		T140
			Řezat závity M24-6HX - 2x	Kalibr závitový M24	T141
			Frézovat osazení mazacího kanálku D25	Posuvné měřítko	T106
			Navrtat		T149
			Vrtat díru D 8,8/25		T107
			Vrtat díru D 8,8/158+1		T108
			Řezat závit G1/8/12	Kalibr závitový G1/8	T109
			Vrtat díry D6,8/12 - 13		T110
			Řezat závity M8/12 -13	Kalibr závitový M8	T111
			Frézovat rohové osazení	Posuvné měřítko	T144
			Navrtat		T149
			Vrtat díru D 6,8/22		T110
			Řezat závit M8-6HX /18	Kalibr závitový M8	T111
			Přepnout na druhou paletu, usadit na středící kolíky, upnout	Přípravek 6-741-2	
			Frézovat hlavní čelo l=260,5	Hloubkoměr	T172
			Frézovat vnější čelo ložiska D204,5 l=38-0,3	Posuvné měřítko	T171
			Vyvrtať díru ložiska D149,5 l=50	Posuvné měřítko	T134
			Frézovat vnitřní čelo ložiska D204 l=185,5	Hloubkoměr	T143
			Vrtat díry D22/60 - 4x		T139
			Frézovat rohová vybrání R11	Posuvné měřítko	T155
			Frézovat drážky š=22 l=60 - 2x		T148
			Frézovat sražení hran díry ložiska		T128
			Vrtat díry D6,8 -7x		T110
			Řezat závity M8-6HX - 2x	Kalibr závitový M8	T111
			Vrtat díry D7,8 - 4x		T118
			Frézovat na čisto vnitřní čelo ložiska D204 l=185-0,1	Hloubkoměr	T143
			Frézovat na čisto hlavní čelo l=260	Posuvné měřítko	T125
Frézovat vnější čelo ložiska D204 l=38-0,3	Micrometr	T101			
Frézovat hrubovat drážky 8,8 - 4x	Posuvné měřítko	T152			
Frézovat na čisto drážky 9H8 - 4x	Kontrolní váleček	T153			
Vyvrtať díru ložiska D 150J6	Tříbodový dotinoměr	T135			
Srazit hrany 0,5x45°		0			
Očistit, odepnout, označit		0			
30	9860	KONTROLA	Kontrola dle kontrolní návodky	0	
			Vystavit protokol o shodě.		

40	9913	PRÁCE NATĚRAČSKÉ	Natřít dle TO-741005	0
----	------	---------------------	----------------------	---

Jak již bylo uvedeno výše, u součásti „DC-štit“ může zákazník vyžadovat drobné změny oproti základnímu provedení. Na tyto změny musí výroba pružně reagovat a tyto změny musí být uvedeny také v pracovním postupu. V tabulce 5.7 jsou červeně zvýrazněny operace nutné k provedení změny číslo BSM 002203-1. Tyto operace musí být začleněny do výroby tak, aby nenarušovaly plynulost výroby. Pro odlišení dílců, na kterých byly provedeny změny, bylo těmto dílcům přiděleno pořadové číslo.

5.8 Nástrojová sada

Pro technologii obrábění součást „DC-štit“ bylo nutné sestavit sadu nástrojů, s jejíž pomocí je možné plně obrobit danou součást dle požadavků zákazníka. Použité nástroje jsou vybrány ze zkušeností s firmou KENNAMETAL. Označení nástrojů je koncipováno dle místních zvyklostí firmy, a tím je zajištěna přenositelnost nástrojů na jiná pracoviště. Pro stanovení otáček n a posuvové rychlosti v_f jsou použity následující vzorce. Vzorec pro stanovení n je odvozen ze vzorce pro stanovení řezné rychlosti v_c .

Řezná rychlost

$$v_c = \frac{\pi \cdot n \cdot d}{10^3} \quad (8.1)$$

Otáčky nástroje

$$n = \frac{v_c \cdot 10^3}{\pi \cdot d} \quad (8.2)$$

Posuvová rychlost

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \quad (8.3)$$

Tab. 5.8 Řezné podmínky nástrojů

Místo	Ozn. nástroje		v_c (m.min ⁻¹)	f_z (mm)	z	n (1.min ⁻¹)	v_f (mm.min ⁻¹)
1	T101	FREZA D63-90ST.	250	0,03	8	1300	300
2	T102	VRTAK D23.5	80	0,35	1	1100	380
3	T103	VYVRT. TYČ D24H8	60	0,12	1	800	100
4	T104	VRTAK D26.5	80	0,4	1	950	350
5	T105	ZAVITNIK M30	15	3,5	-	160	300
6	T106	FREZA DR D12	80	0,03	2	2100	250
7	T107	VRTAK D8.8	110	0,06	1	4000	240
8	T108	VRT. D8. 8 DELOVY	110	0,06	1	40000	240
9	T109	ZAVITNIK G1/8	15	28/1"	-	500	800
10	T110	VRTAK D6.8	110	0,2	1	5100	1000
11	T111	ZAVITNIK M8	30	1,25	-	1200	2000
12	T112	VRTÁK D6	85	0,07	1	5000	300
13	T113	VRTAK D25	80	0,38	1	1000	360
14	T114	VRTAK D9.7	110	0,31	1	3500	1100
15	T115	VYSTRUŽNIK D10H7	20	0,3	4	650	200
16	T116	FRÉZA OBVOD. D63	275	0,1	4	1400	550
17	T117	NAVRTÁVÁK D10	115	0,13	1	6000	800
18	T118	VRTÁK D7,8	110	0,22	1	4500	1000
19	T119	VÝSTRUŽNÍK D8H7	20	0,3	4	800	240
20	T120	VYVR.TYČ D 180J6	800	0,1	1	1400	140
21	T121	VRTÁK D14,5	80	0,25	1	1800	450
22	T122	VYVR. TYČ D15H8	60	0,05	2	1300	130
24	T125	FREZA D125-90ST.	250	0,03	18	650	300
26	T126	VRTAK D18	80	0,3	1	1400	420
27	T127	FREZA D80/500	200	0,1	6	500	500/200
28	T128	FREZA D31.5-45ST.	300	0,2	3	3500	2000
29	T129	VYVRT. TYČ D125J6	800	0,1	1	2000	200
30	T130	HRUB. TYC D179.5	400	0,2	2	700	280
31	T131	VRTÁK D10.5	110	0,3	1	3200	950
32	T132	ZAVIT. M6 UZKA ST	15	1	-	810	1500
33	T133	HRUB. TYC D124.5	400	0,2	2	1000	400
34	T134	HRUB. TYC D149.5	400	0,2	2	850	340
35	T135	SLICHT. TYC D150J6	800	0,1	1	1700	170
36	T136	VRTAK D18.5	80	0,3	1	1350	400
37	T137	VRTAK D17.5	80	0,3	1	1450	440
38	T138	ZAVITNIK M20	15	2,5	-	240	500
39	T139	VRTAK D22	80	0,33	1	1150	390

Tab. 5.9 Řezné podmínky nástrojů

Místo	Ozn. Nástroje		v_c (m.min ⁻¹)	f_z (mm)	z	n (1.min ⁻¹)	v_f (mm.min ⁻¹)
40	T140	VRTAK D21	80	0,33	1	1200	400
41	T141	ZAVITNIK M24	15	3	-	200	400
42	T142	VYSTRUZENI D19H8	60	0,05	2	1000	100
43	T143	FREZA D80/360	200	0,1	6	500/800	300/200
44	T144	FREZA D16	80	0,015	4	1600	100
45	T145	FREZA D25	150	0,12	3	1900	700
46	T146	VRTAK D6.8 PRODL	101	0,2	1	5100	1000
47	T147	ZAVITNIK M8 PRODL	20	1,25	-	810	1500
48	T148	FREZA D20 PRODL	250	0,1	3	2500	500
49	T149	NAVRT. D16-90ST.	120	0,15	1	4000	600
50	T150	VRTAK D19	110	0,4	1	1850	750
51	T151	VRTAK D5 PRODL	95	0,17	1	6000	1000
52	T152	FREZA HRUB. D6	80	0,015	4	4200	200
53	T153	FREZA DOK. D6	80	0,015	4	4200	200
54	T154	ZAVIT. M8 UZKA ST.	15	1,25	-	600	1300
55	T155	FREZA D20	250	0,1	3	4000	1200
57	T163	FREZA HRUB. D8	80	0,02	4	3200	250
58	T164	FREZA DOK. D8	80	0,02	4	3200	250
59	T166	FREZA D20-45ST.	275	0,2	2	3500	1500
60	T167	FREZA D45-45ST	250	0,1	2	1750	360
61	T169	VRTAK D17	110	0,4	1	2000	800
62	T170	VYSTR.D8H7 SLEPY	20	0,3	4	800	240
63	T171	FREZA D63-70ST.	250	0,15	7	1300	1400
65	T172	FREZA D125-70ST.	250	0,15	15	650	1450
67	T173	VRTAK D4.2	80	0,15	1	6000	1300
68	T174	ZAVITNIK M5	30	0,8	-	1900	2500
69	T175	VRTAK D9	110	0,28	1	4000	1100
70	T176	FREZA D80-45ST.	320	0,3	10	1300	4000
80	MT	3D MERICI SONDA	-	-	-	-	-

5.9 Čas výroby dílce

Pro stanovení strojních časů jsou určeny následující vzorce.

Strojní čas:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{l_n + l + l_p}{n \cdot f}, \quad (5.1)$$

kde:

L – celková dráha nástroje [mm],

L_n – dráha náběhu nástroje [mm]

L_p – dráha přeběhu [mm]

l – délka obráběné plochy [mm]

n – frekvence otáček obrobku [min^{-1}]

f – posuv na otáčku [mm].

Celkový čas pro jednotlivé palety:

$$t_p = t_{A1} + t_{A2} + t_{AS} \quad (5.2)$$

kde:

- t_{AS1} ... čas výměny nástroje a jeho najetí do počáteční polohy
- t_{AS2} ... čas natočení palety do správné polohy

Čas nutný pro upnutí dílce na přípravek není do celkového času zahrnut. Obsluha stroje tuto operaci provádí během chodu stroje, jestliže stroj pracuje na dílci, který je upnut na první paletě. Obsluha upíná dílec na paletu druhou. Povinností obsluhy je taktéž provádět operace očištění dílce, odjehlení, kontrolní měření a výměna řezných destiček během chodu stroje.

Celkové časy pro první a druhou paletu jsou zapsány v tabulkách 5.10 a 5.11. Tyto tabulky jsou stanoveny pro Blok A velikost 05. Celkové časy pro ostatní velikosti jsou zapsány v tab. 5.12.

Tab. 5.10 Celkový čas první paleta

Označení nástroje	L (mm)	t_{AS1} (min)	t_{AS2} (min)	t_A (min)	t_c (min)
MT					0,7
T172	891	0,12	0,1	0,61	0,83
T125	287	0,12	0,1	0,9	1,12
T136	110	0,08	0,2	0,3	0,58
T142	110	0,08	0,1	1,1	1,28
T140	90	0,08	0,3	0,23	0,61
T141	160	0,08	0,3	0,4	0,78
T106	123	0,08	0,2	0,49	0,77
T149	10,7	0,08	0,1	0,02	0,2
T107	50	0,08	0,1	0,21	0,39
T108	166	0,12	0,3	0,7	0,95
T109	40	0,08	0,1	0,05	0,185
T110	260	0,08	0,8	0,26	1,14
T111	520	0,08	0,8	0,26	1,14
Čas výměny palet (min)					0,2
Celkový čas na první paletu					10,865

Tab. 5.11 Celkový čas druhá paleta

Označení nástroje	L (mm)	t _{AS1} (min)	t _{AS2} (min)	t _A (min)	t _c (min)
MT					0,9
T172	5280	0,08	0,1	3,64	3,82
T171	1489	0,08	0,2	1,06	1,34
T134	60	0,12	0,1	0,18	0,4
T143	1319	0,12	0,4	4,39	4,91
T139	220	0,08	0,4	0,56	1,04
T155	1308	0,08	0,4	1,09	1,57
T148	1664	0,08	0,2	3,33	3,61
T128	808	0,08	0,3	0,40	0,78
T110	315	0,08	0,4	0,32	0,8
T111	34	0,08	0,2	0,04	0,32
T118	68	0,08	0,4	0,07	0,55
T143	480	0,12	0,4	2,4	2,92
T125	1760	0,08	0,1	5,87	6,05
T101	480	0,08	0,2	1,6	1,88
T152	240	0,08	0,4	1,2	1,68
T153	480	0,08	0,4	2,4	2,88
T135	60	0,12	0,2	0,35	0,67
Čas výměny palet (min)					0,2
Celkový čas na druhou paletu (min)					36,32

Celkový čas práce stroje t_{ps} je dán součtem celkových časů první a druhé palety. K výslednému součtu, dle technologických zvyklostí firmy, se přičte 10%, a tím jsou vyjádřeny vedlejší časy nutné k činnosti stroje (např. seřízení a údržba stroje).

$$t_{ps} = (t_{p1} + t_{p2}) \cdot k \quad (5.3)$$

Kde:

- t_{p1} ...čas celkový první paleta
- t_{p2} ...čas celkový druhá paleta
- kkoeficient technologické přírážky (stanoven na 1,1)

$$t_{ps} = (10,865 + 36,32) \cdot 1,1 = 51,9035 = 52 \text{ min}$$

Rozdíly času obrábění mezi stávajícími technologiemi a technologiemi navrhovanou jednotlivých velikostí bloků A i B jsou zobrazeny v tabulce 9.3.

Tab. 5.12 Časy obrábění (min)

A	01	03	05	07	09
Stávající technologie	51	58	61,5	72	79
Navrhovaná technologie	44	47,5	52	64,5	70,5
B	02	04	06	08	010
Stávající technologie	75,5	82	86	89	103
Navrhovaná technologie	63	68,5	74,5	81,5	89,5

5.10 Stanovení výrobních nákladů

Kritéria pro stanovení výrobních nákladů:

N_h – náklady na provoz stroje

N_o – náklady na obsluhu

T_c – čas celkový

N_p – náklady na polotovar

Náklady na obrábění stávající technologií:

Obrábění:

$$N_{h1} = 1639 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$N_{o1} = 101,9 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$T_{c1} = 1,025 \text{ hod}$$

Natěračské, konzervační a balící práce:

$$N_{h2} = 420 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$N_{o2} = 79,3 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$T_{c2} = 0,25 \text{ hod}$$

$$N_c = (N_{h1} \cdot T_{c1} + N_{o1} \cdot T_{c1}) + (N_{h2} \cdot T_{c2} + N_{o2} \cdot T_{c2}) + N_p \quad (5.4)$$

$$N_c = (1639 \cdot 1,025 + 101,9 \cdot 1,025) + (420 \cdot 0,25 + 97,3 \cdot 0,25) + 2989 = \underline{4898,30 \text{ Kč}}$$

Náklady na obrábění navrhovanou technologií:

Obrábění:

$$N_{h1} = 1423 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$N_{o1} = 101,9 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$T_{c1} = 1,025 \text{ hod}$$

Natěračské, konzervační a balící práce:

$$N_{h2} = 420 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$N_{o2} = 79,3 \text{ Kč.hod}^{-1}$$

$$T_{c2} = 0,25 \text{ hod}$$

$$N_c = (1423 \cdot 0,86 + 101,9 \cdot 0,86) + (420 \cdot 0,25 + 79,3 \cdot 0,25) + 2989 = \underline{4428,30 \text{ Kč}}$$

5.11 Ekonomické zhodnocení

Jednoduchým porovnáním výsledků nákladů dílenského zpracování dílců (dle nastavených kritérií) je zřejmé, že navrhovaná technologie podstatně snižuje výrobní náklady. Rozdíl velikosti nákladů je dokázán již na jednom dílci. V případě stanovení výrobní dávky na 20 kusů, je úspora vyjádřena sumou 9400Kč.

V případech, kdy se na dílcích vyskytují zákazníkem požadované změny, rozdíly mezi stávajícími technologiemi a navrhovanou technologií ještě více narůstají.

Toto ekonomické (dílenské) zhodnocení bude poskytnuto managementu firmy pro celkovou rozvahu a plánování výroby.

Snížením výrobních časů, ale také nižšími náklady na provoz stroje – čehož je dosaženo nižšími energetickými nároky a celkovou koncepcí navrhovaného stroje – jsou jednoznačně splněny podmínky celkového dlouhodobého environmentálního plánu firmy.

6 DEFINICE PŘÍPRAVKŮ

Pro obrábění součástí „DC-štíť“, a to jak bloku A, tak bloku B, jsou použity tři přípravky (viz obr. 6.1) Pomocí těchto přípravků je možné součást „DC-štíť“ kompletně obrobít dle požadavků zákazníka.

Konstrukce těchto přípravků není součástí této práce, a proto zde bude vysvětlena pouze jejich funkce a možnosti přestavení na jednotlivé velikosti součástí „DC-štíť“. Současně bude vysvětlen postup upínání dílců na přípravky a naznačen postup obrábění.



Obr. 6.1 Přípravky pro obrábění součásti „DC-štit“.

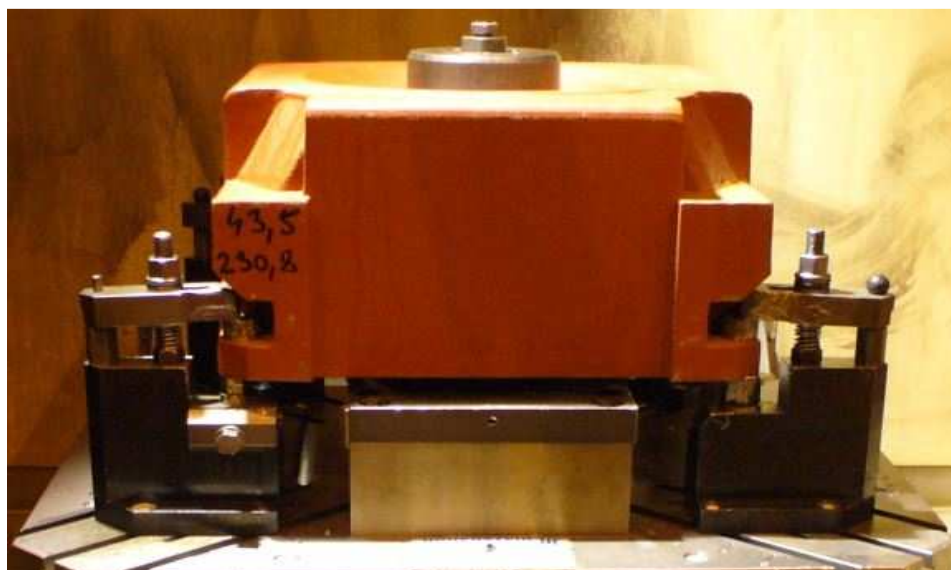
6.1 První přípravek

První přípravek je společný pro blok A i B. Je důležité zde dílec správně usadit a upevnit. Na obrázku 6.2 je zobrazeno upnutí bloku A velikosti 05.

6.1.1 Popis přípravku

Přípravek se skládá ze základní desky, na ní jsou umístěny čtyři kostky s opěrnými body a upínkou. Jejich vzdálenost je nastavitelná, pomocí vedoucích T-drážek, na jednotlivé velikosti bloků. Umístění kostek, pro každou jednotlivou velikost, je označeno číslicí. Ve středu desky se nachází středový sloup. Jeho výška se mění dle jednotlivých velikostí. Na vrcholu sloupu je umístěno sklíčidlo, jeho rozvor je proměnný dle velikosti středových průměrů bloků. S rozvorem sklíčidla se mění průměr válce nad sklíčidlem, jež slouží jako vedení středu bloku a současně jako ochrana středících čepů sklíčidla.

Jednotlivé dílce přípravku byly označeny a jejich použití u jednotlivých velikostí bylo vyznačeno v tabulce 6.1. Tato tabulka výrazně urychluje práci při nastavení přípravku na jednotlivé velikosti.



Obr. 6.2 První přípravek blok A 05.

Na prvním přípravku se obrábějí všechny prvky po obvodu bloku A i B.

Jsou to:

- patky a díry v patkách (dle velikosti),
- 2x závit pro nosná oka (dle velikosti),
- 13x závit M8,
- zahloubení mazacího kanálku \varnothing 25 mm,
- 1x mazací kanálek \varnothing 8,8 mm,
- závit mazacího kanálku G1/8.

U bloků typu B se navíc obrábějí pod patkami ve spodní části dílce dvě půlkruhové dosedací plochy.

Tab. 6.1 Tabulka nastavení prvního přípravku

Blok A			
Velikost	Podstavec	Válec	\varnothing
01	1	-	A
03	1	-	A
05	1	6	B
07	1	4	C
09	1	4	C
Blok B			
Velikost	Podstavec	Válec	\varnothing
02	1	5	A
04	1	5	A
06	2	-	A
08	3	-	B
10	3	-	B

6.1.2 Postup upínání na prvním přípravku

Postup upínání se skládá:

- dílec položený na hlavním čele je vyzvednut středem ložiskové díry nad střed sloupu přípravku a spuštěn, patky směřují dopředu,
- spustit dílec na tři pevné body,
- opticky vyrovnat,
- utáhnout středové sklíčidlo,
- vysunout a dotáhnout upínky nad tři pevné body,
- dotáhnout pohyblivý bod,
- vysunout a dotáhnout čtvrtou upínku,
- zajistit dotažení sklíčidla,
- vizuální kontrola.

6.2 Druhý a třetí přípravek

Stejně jako u prvního přípravku je i zde důležité usazení a upevnění dílce na přípravku. Na obrázku 6.3 je zobrazeno upevnění bloku A velikosti 05, na obrázku 6.4 je zobrazeno bloku B velikosti 06. Pomocí těchto přípravků lze obrábění jednotlivých bloků dokončit.

Tab. 6.2 Nastavení druhého a třetího přípravku

Blok A		
Velikost	Podložka	Kolíky
01	17	∅ 15
03	17	∅ 19
05	17	∅ 19
07	17	∅ 24
09	17	∅ 24
Blok B		
Velikost	Podložka	Kolíky
02	15	∅ 15
04	15	∅ 19
06	17	∅ 19
08	19	∅ 24
10	19	∅ 24

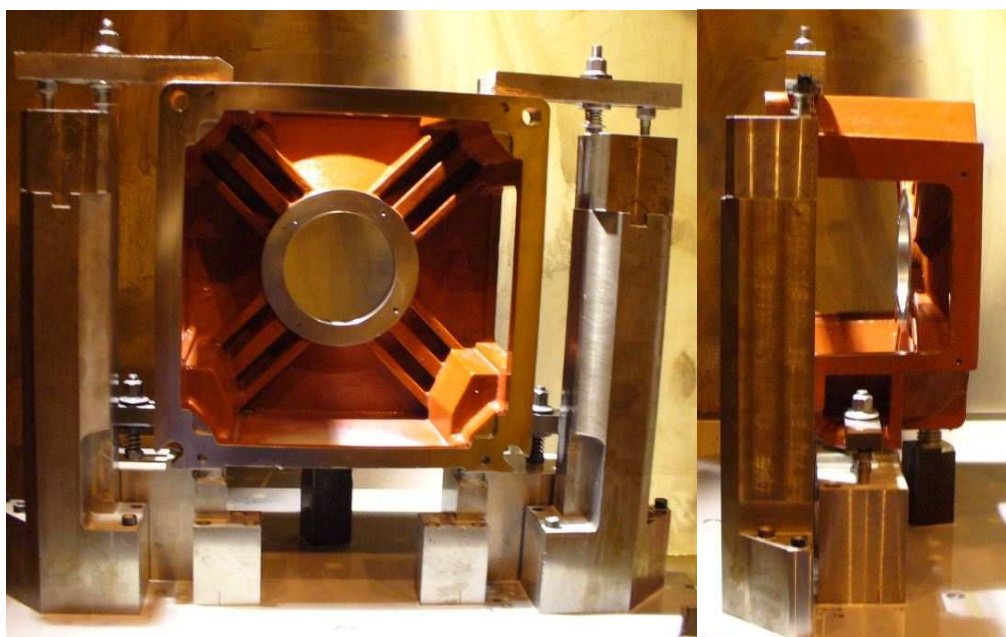
6.2.1 Popis přípravků

Přípravek pro blok A se skládá ze základní desky. Na desce se nachází dva protilehlé sloupy. Na horní ploše sloupů jsou umístěny upínky s oporami. Proti těmto upínkám jsou na desce umístěny opory. Opory slouží jako

dosedací plochy pro část patek dílce. Za sloupy jsou umístěny dvě hlavní kostky. Na nich se nachází dosedací plochy pro patky a středící kolíky určené pro díry patek.

Přípravek pro blok B se skládá ze stejných částí jako blok A. Jen vzdálenosti mezi prvky jsou jiné.

Na obou přípravcích jsou vyznačeny polohy jednotlivých prvků určené pro jednotlivé velikosti dílců. Pro snadnou orientaci obsluhy byla sestavena tabulka 6.2. Tato tabulka výrazně urychluje dobu nutnou k nastavení přípravků pro jednotlivé velikosti.



Obr. 6.3 Upnutí bloku A velikost 05

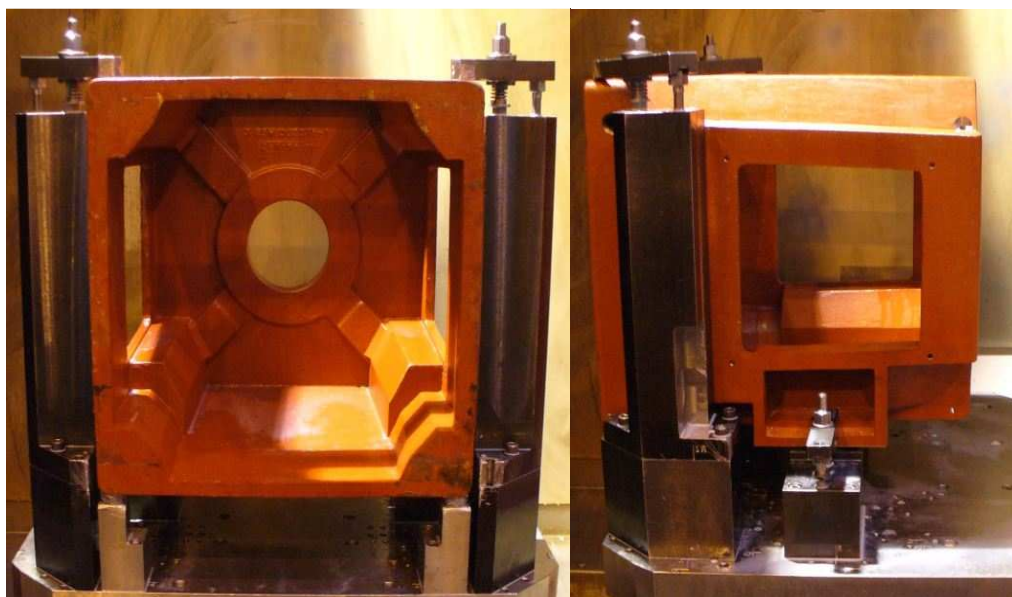
Na druhém přípravku, určeném pro blok A, se obrábí:

- hlavní čelní plocha,
- obě čela ložiska,
- 4x vybrání R11,
- 2x drážky (dle velikosti),
- 4x drážky 9H8 nebo 11H8 (dle velikosti),
- 2x díry (dle velikosti),
- 5x díra \varnothing 6,8 mm,
- díra ložiska \varnothing (dle velikosti),

Na třetím přípravku, určeném pro blok B, se obrábějí:

- hlavní čelní plocha,
- obě čela ložiska,

- 4x vybrání R11,
- 4x díra na hlavním čele (dle velikosti),
- 5x díra \varnothing 6,8 mm,
- díra ložiska \varnothing (dle velikosti),
- 4x díra 8H7 nebo 10H7 (dle velikosti).



Obr. 6.4 Upnutí blok B velikost 06

6.2.2 Postup upínání

Postup upínání se skládá:

- vyjmout z první palety,
- přepnout a pomocí zdvihacího zařízení převrátit na patky,
- vyzvednout, patky směřují dolů,
- vložit mezi sloupy přípravku, díry v patkách směřují na středící kolíky,
- spustit dolů na dosedací plochy,
- kontrola dosednutí ploch,
- vysunutí a dotažení upínek.

7 POPIS ZÁKLADNÍCH ZMĚN DÍLCŮ

Zákazník požaduje u součástí „DC-štit“ provádění drobných změn. V této kapitole bude několik základních změn, a to jak u bloku A, tak i u bloku B. Změny u jednotlivých velikostí jsou podobné, proto zde jsou vysvětleny pouze změny pro velikost 05 a 006. Změny jsou operace nebo rozměry, kterými se daný dílec liší od základního provedení. Tyto změny mohou být minimální, ale mohou mít také charakter podstatně rozsáhlejší.

7.1 Změny bloku A

U bloku A se setkáváme s šesti základními změnami.

- 1) Posunutí děr v patkách** – tato změna spočívá ve změně rozměru mezi základní plochou a středy děr v patkách. Například: základní rozměr má hodnotu 303 mm, tento rozměr bude změněn na 318. Proto je nutné, ještě před začátkem obrábění, upravit řídicí program, a to jak pro první přípravek, tak i pro přípravek následující. Posunutím děr patek totiž dochází k posunutí celkové polohy dílce při druhém upnutí. Tento problém byl vyřešen proměnnou funkcí (obr.7.1) v počátečním programu. Od této funkce se dále odvozuje poloha dílce při dalších operacích.

```
N10 M0 ; KONTROLA HODNOT ODLITKU
N20 R31=232.4 ; ODLITEK ROZMER CELKOVY
N30 R32=43.5 ; ODLITEK ROZMER LOZISKA
; *****
N40 R33=184.95 ; HOTOVE ROZMER OD ZAKLADNY K LOZISKU
N50 R34=37.85 ; HOTOVE ROZMER LOZISKA
N60 R35=3 ; PRIDAVEK NA VNITRNI PLOCHU LOZISKA
N70 R20=105 ; VYSKA OTVORU PATEK OD ZAKLADNY
N80 R21=260 ; CELKOVA VYSKA KUSU
; *****
N100 R30=172
N110 IF $P_SEARCH==1 GOTOF START1
N120 MER_A05
N130 START1:
; *****
N140 R30=999
N150 MA1_A05
; *****
N160 G0 Z300 M9
N170 L350
N180 M30
```

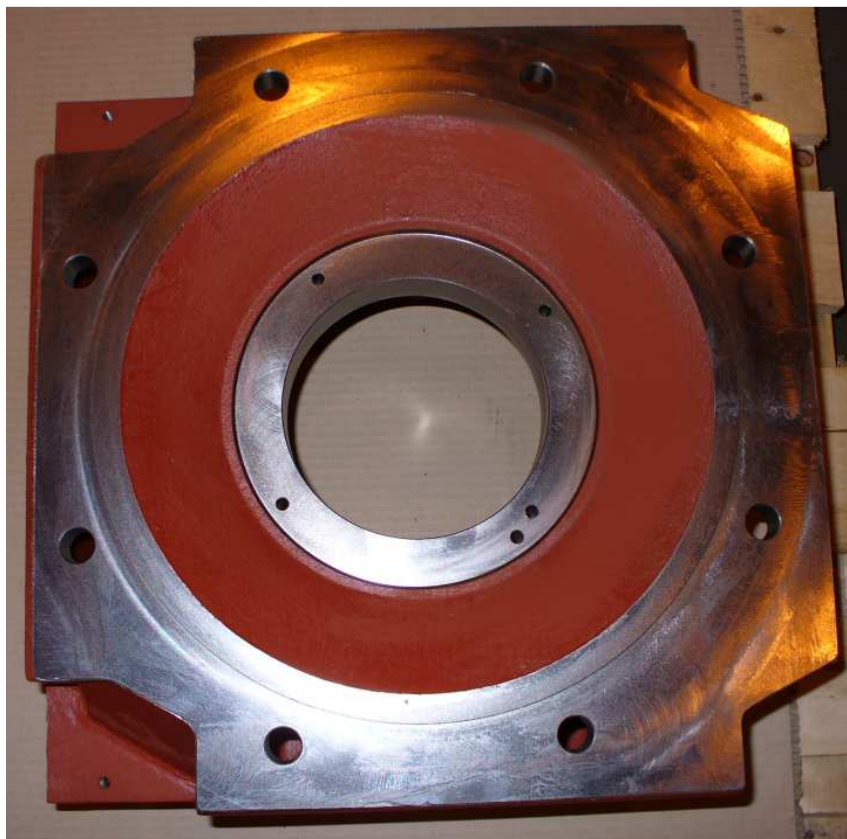
Obr. 7.1 Proměnná funkce pro rozměr patek

- 2) Plocha pro zemnicí kabel** – tato změna (obr.7.2) se vyskytuje velmi často. Obrábění této změny probíhá při prvním upnutí a při dalším obrábění nemá vliv na průběh obrábění. Obrábí se za pomoci nástrojů, které jsou obsaženy v sadě nástrojů sestavené pro obrábění součástí „DC–štít“. Pro tuto změnu byl sestaven podprogram s názvem PM8_A05. Tento podprogram se vkládá do počátečního programu a to na závěr.



Obr. 7.2 Plocha pro zemnicí kabel.

- 3) Osazené závitové díry na ploše mezi patkami** – také velmi častá změna. Na ploše mezi patkami je obráběno pět děr se závitem M5. Čtyři tyto díry jsou osazeny. Dle požadavků zákazníka musí toto osazení mít minimální $\varnothing 12$ mm. Vzhledem k nesejnorodosti hrubého povrchu odlitku, nebylo možné dosáhnout daného rozměru osazení pouze obráběním, proto bylo použito měřicí sondy. Pomocí sondy bylo možné určit počáteční polohu stěny odlitku a následně vytvořit osazení dle požadavků zákazníka. Pro tuto změnu byl vytvořen podprogram s názvem PM5_A05.
- 4) Okno mezi patkami** – změna nepříliš častá. V prostoru mezi patkami je vyfrézováno okno usnadňující přístup do vnitřního prostoru. Nad rohy okna jsou čtyři závity M8. Jak již bylo řečeno, není častá, a proto není možné ji vyrábět při lití odlitku. Obrábění probíhá při prvním upnutí. Podprogram OKS_A05
- 5) Obrábění a vrtání děr do plochy příruby** – tato změna není příliš častá, ale patří mezi náročnější. Spočívá v obrobení zadního čela dílce na rozměr daný k hlavnímu čelu. Do vzniklé plochy je nutné vrtat osm děr umístěných pravidelně na kružnici (obr.7.3). Tato změna se provádí při druhém upnutí. Na závěr hrubovacích operací se provede hrubování daných rozměrů a současně vrtání děr. Na závěr dokončovacích operací se provede dokončovací frézování na daný rozměr. Pro tyto operace byly vytvořeny dva podprogramy, jež jsou vkládány do počátečního programu obrábění druhého upnutí. Byly označeny jako OPR1_A05 a OPR2_A05.



Obr. 7.3 Obrobení příruby

6) Závít M8 na čele ložiska – Tato změna je velmi častá a její provedení je velmi jednoduché. Jedná se o průchozí závít M8 na čelech ložiskové plochy (obr.7.4). Tato operace se provádí při druhém upnutí, a to po provedení hrubovacích operací. Název podprogramu je ZM8_A05



Obr. 7.4 Závít M8 na čele ložiska.

7.2 Změny bloku B

Na bloku B se nachází také několik změn. Některé tyto změny se od změn na bloku A liší pouze změnou umístění vzhledem k velikosti dílce, proto tyto změny zde jsou naznačeny pouze okrajově.

- 1) **Posunutí děr v patkách** – stejně jako u bloku A se změna polohy děr na patkách mění pomocí proměnné funkce v počátečním programu.
- 2) **Plocha pro zemnicí kabel** – tato změna se od podobné změny na bloku A liší pouze změnou polohy. Program pro tuto změnu je nazván PM8_B06.
- 3) **Osazené závitové díry na ploše mezi patkami** – (obr. 7.5) provedení této změny je podobné jako u bloku A. Podprogram: PM5_B06



Obr. 7.5 Závity M5 s osazením.

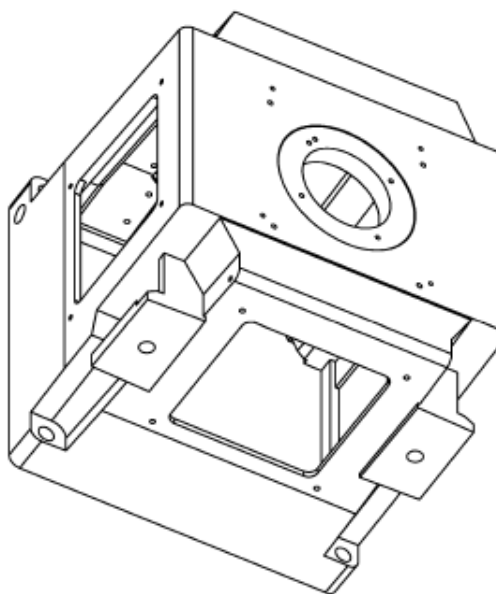
- 4) **Obrábění a vrtání děr do plochy příruby** – provedení je podobné jako u bloku A včetně umístění podprogramů v počátečním programu. Vrtané díry jsou pouze čtyři a jejich umístění na kružnici je nepravidelné. Podprogramy: OPR1_B06 a OPR2_B06. Změna je zobrazena na obr.7.8
- 5) **Okno na levé nebo pravé straně dílce** – změna, jež se vyskytuje pouze na bloku B. Na levé nebo pravé straně dílce (obr.7.6) je nutné vyfrézovat okno. V rozích po obvodu okna jsou čtyři závity M8. Patří mezi časté změny, ale nevyplácí se okna vyrábět litím. V některých případech se vyskytla okna na obou stranách dílce. Pro tyto případy byl vytvořen samostatný podprogram, aby nedocházelo ke zbytečným výměnám nástrojů. Podprogramy: OKL_B06 a OKP_B06. Pro

provedení s okny na obou stranách bylo nutné sestavit podprogram OKLP_B06.



Obr. 7.6 Okno na pravé straně dílce.

6) Okno mezi patkami – změna podobná jako v případě bloku A (obr 7.7). Podprogram: OKS_B06

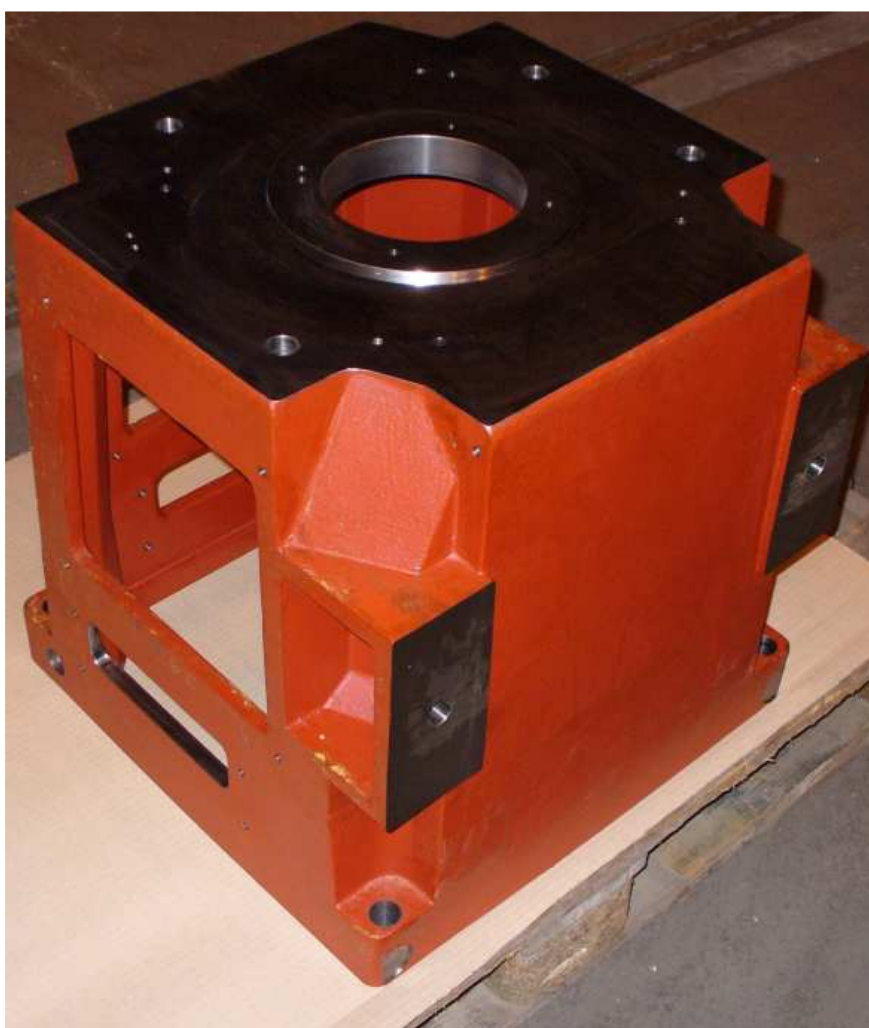


Obr. 7.7 Okno mezi patkami

7) Závít M8 na čele ložiska – změna stejná jako u bloku A. Podprogram: ZM8_B06.

7.3 Kombinace několika změn

Velice často si zákazník objedná dílec, na němž jsou dvě různé změny a časté jsou tři a více změn na jednom dílci. V těchto případech musí být všechny požadované změny na daném dílci provedeny. Pomocí podprogramů, určených pro každou jednotlivou změnu, vkládaných do počátečního programu, v němž jsou již umístěny základní programy, můžeme provést všechny dané operace při jednom upnutí dílce. Na obrázku 9.8 je zobrazen dílec, na němž je možné vidět kombinace dvou různých změn, a to okna na levé straně dílce a opracované přírubby s vyvrtanými dírami.



Obr. 7.8 Kombinace změn na jednom dílci.

Pro lepší orientaci byly vytvořeny pomocné tabulky (tab. 7.3). Tabulky usnadňují orientaci mezi jednotlivými dílci, na nichž se nacházejí různé kombinace změn. Tabulky také slouží jako pomůcka pro programátora a obsluhu stroje při sestavování nových variant dílců. Tabulky tohoto typu byly

sestaveny pro všechny velikosti bloků A i B. Z praktického hlediska se jejich význam již prokázal v praxi, a jsou plně využívány.

Tab. 7.3 Přehled změn na jednotlivých dílcích

Blok A 05	PM8	PM5	OKS	OPR	ZM8	Rozměr patek
05.00	Základní program					105
05.01	x					-
05.02						120
05.03		x				-
05.04				x		-
05.05	x		x	x		98
05.06		x				-
05.07					x	-

8 PROGRAMOVÁNÍ A SYSTÉM PODPROGRAMŮ

V případě obrábění součásti „DC-štít“ na stroji HEC630 bylo nutné sestavit nový řídicí program. Pro jednotlivé operace byla sestavena sada nástrojů (viz kapitola 5). Na stroji HEC630 je instalován řídicí systém SINUMERIK 840D.

Program: veškeré příkazy, potřebné k provedení pracovního procesu na obráběcí stroji, musí být číslíkovému řízení (NC) předávány v takové formě a v takovém pořadí, aby byly pro NC srozumitelné. Posloupnost těchto příkazů se nazývá program.¹³

Souřadnicový systém: aby stroj, resp. řídicí systém vůbec mohl s údaji o poloze pracovat, musí být k něčemu vztaheny – a vztahný systém by měl být z praktických důvodů uspořádán tak, aby jeho geometrické osy odpovídaly směrům pohybu jednotlivých mechanismů stroje. Takovým vztahným systémem je nejčastěji trojrozměrný souřadnicový systém s osami X, Y, a Z.¹³

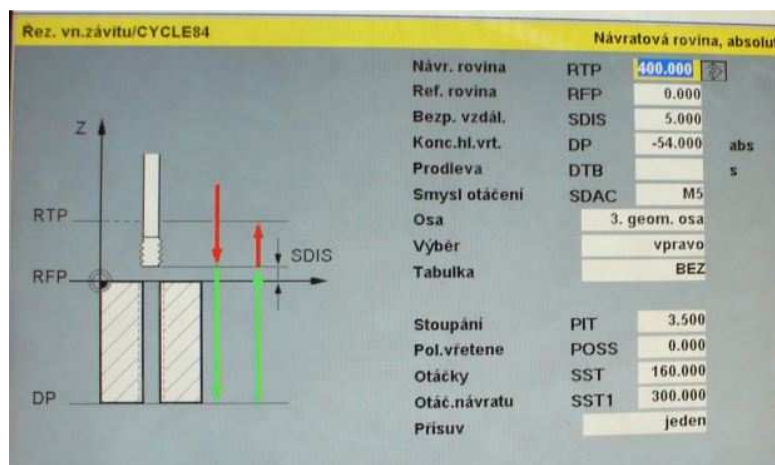
Stroj HEC630 je vybaven obslužným panelem OP010C. Ploché obslužný panel OP010C má membránovou klávesnici s vodorovnou a svislou řadou po osmi softkeys (tlačítek, jejichž význam se mění, přiřazuje jim jej software) a s přidavnými tlačítky pro SHOPMILL.¹³

Dodatečně přidaná přípojka USB dovoluje připojit externí klávesnici, a tím i komfortní programování přímo v řídicím systému.¹³



Obr. 7.2 Obslužný panel OP010C s přidavnou klávesnicí.

Řídicí systém SINUMERIK 840D je vybaven podporou standardních cyklů, jež usnadňují nejen práci programátora v případě sestavování nového programu, ale slouží i jako pomůcka pro obsluhu stroje v případech nastavení korekcí. Na obrázku 7.3 je možné vidět pomocnou obrazovku sestavení cyklu v případě řezání závitů.



Obr. 8.3 Zobrazení cyklu pro řezání závitů

8.1 Systém podprogramů

Pro součást DC-štit byl vytvořen systém podprogramu, a to z důvodu velkého počtu změn a jejich kombinací. Program se stával nepřehledným a matoucím. Docházelo k prostojům případně, i ke škodám na materiálu. Bylo rozhodnuto o vytvoření počátečního programu, do něhož je možné vkládat podprogramy vytvořené jak pro změny, tak i pro základní programy.

```

N20 R31=232.2
N30 R32=42.6
.*****
,
N40 R33=184.95
N50 R34=37.85
N60 R35=3
N70 R20=105
N80 R21=260
.*****
,
N100 R30=172
N110 IF $P_SEARCH==1 GOTOF START1
N120 MER_A05
N130 START1:
.*****
,
N140 R30=144
N150 MA1_A05
.*****
,
N160 R30=999
N170 PM8_A05
.*****
,
N180 G0 Z300 M9
N190 L350
N200 M30

```

Obr. 8.4 Počáteční program

Na obrázku 8.4 je zobrazen počáteční program pro první upnutí bloku A velikosti 05. Do tohoto programu jsou vkládány názvy podprogramů, jež se budou na daném dílci provádět.

Modře jsou zvýrazněny proměnné funkce, jež vyjadřují údaje o rozměrech dílce. Tyto údaje jsou následně použity jako proměnné funkce v podprogramech. Např. v prvních dvou řádcích jsou vyjádřeny hodnoty, jež byly naměřeny vstupní kontrolou. Tyto hodnoty jsou použity v jednoduchém výpočtu. Výsledky tohoto výpočtu určí ideální polohu nulových bodů dílce.

Červeně je zvýrazněn podprogram pro měřicí sondu. Pomocí tohoto podprogramu určíme přesnou polohu dílce na přípravku.

Fialově je označen podprogram pro základní opracování dílce. Na základě tohoto programu je opracován dílec dle základních požadavků zákazníka. Pro tyto podprogramy se ve firemním žargonu uchytil název „MATKA“.

Zeleně je označen změnový podprogram. Tento konkrétní podprogram je pro změnu „Plocha pro zemnicí kabel“ (viz kapitola 7). Podobným způsobem

Ize do počátečního programu vkládat další podprogramy, proto se v počátečním programu mohou vyskytovat třeba čtyři různé podprogramy, aniž by se vzájemně ovlivňovaly.

Tento systém podprogramů výrazně ulehčuje práci programátora a obsluhy stroje. Pokud se nový program skládá ze změn, ke kterým již byl vytvořen podprogram, měla by být obsluha stroje schopná si nový program vytvořit samostatně bez přítomnosti programátora.

9 VÝSTUPNÍ KONTROLA A BALENÍ

Důvodem k zavedení výstupní kontroly je ověření správnosti opracování dílce a následné vystavení protokolu s naměřenými rozměry. Průběžnou kontrolu při výrobě provádí obsluha stroje. Výstupní kontrolu provádí pracovník kontroly, a naměřené hodnoty zapíše do tabulky 8.1.

9.1 Výstupní kontrola

První obrobek od každé velikosti je kontrolován na přístroji PRISMO 7, kterým firma disponuje. Výstupem je protokol o zkoušce. Na základě tohoto protokolu je případně opraven řídicí program. Navrhuji tuto kontrolu provádět na každém dvacátém kusu od každé velikosti. Tímto opatřením se zajistí stálá kvalita.



Obr. 9.1 Pracoviště PRISMO 7¹

U součásti „DC-štit“ docházelo k výskytu microporezity. Tato vada se projevila průsakem mazacího oleje přes stěnu mazacího kanálku a stěny dílce do vnitřního prostoru dílce nebo do prostoru vně dílce. Tato vada byla klasifikována jako vada slévárenská, po dohodě se slévárnou byla z velké části odstraněna. Vada není před obráběním zjistitelná běžnými způsoby. Kontrolu těsnosti mazacího kanálku je možné provádět až po ukončení obrábění, a to tak zvaným „Testem mýdlovou vodou“. Test mýdlovou vodou provádí obsluha stroje.

Test mýdlovou vodou:

- důkladně očistit dílec a mazací kanálek,
- utěsnit průchozí díru navazující na mazací kanálek,
- našroubovat do závitu mazacího kanálku přívod tlakového vzduchu,
- pustit tlakový vzduch,
- natřít všechny plochy, pod nimiž vede kanálek, mýdlovou vodou,
- v případě výskytu prúsaku vzduchu dílec označit a vyřadit,
- v případě, že nebyl prúsak zjištěn, dílec očistit a označit.

Tab. 9.1 Rozsah měření dílce A05

Měřený rozměr	Rozsah měření	Naměřená hodnota	Měřidlo
Kontrola těsnosti mazacího kanálku	100%		Test mýdlovou vodou
Ložisková díra $\varnothing 125_{J6}$	100%		Tříbodový mikr. dutinoměr
Vzdálenost čela ložiska a hlavního čela $l=185_{-0,1}$	100%		Hloubkoměr + můstek
Délka ložiskové díry $34_{-0,3}$	100%		Mikrometr
Kontrola závitů M24 a M8	20%		Závitové kalibry M24 a M8
Vzdálenost děr patek k hlavnímu čelu $105_{+/-0,2}$	10%		Výškoměr
Ostatní rozměry dílensky měřitelné	10%		Dílenská měřidla
Povrch (všechny obrobené plochy)	100%		Vizuálně
Porezita	100%		Vizuálně
Odjehlení	100%		Vizuálně
Kontrola celistvosti	100%		Vizuálně

9.2 Postup balení

Po dokončení výstupní kontroly je nutné dílce připravit k odeslání k zákazníkovi. Součástí této přípravy je oprava základního nátěru a zakonzervování obrobených ploch slabým olejovým nátěrem, jež ochrání plochy dílce před korozi. Následně jsou dílce rozděleny dle požadavku zákazníka do dvojic, vždy dílec A a dílec B. Tímto rozdělením je zkompletována součást „DC-štit“.

Postup balení:

- oba dílce součásti uložit na paletu,
- připevnit vazací kovovou páskou,
- na paletu uložit ohrádky (množství ohrádek dle velikosti kusu),
- vložit dokumentaci součásti,
- uložit víko a zapáskovat,
- označit,
- uložit na úložiště.



Obr. 9.2 Balení součásti „DC-štit“.

ZÁVĚR

Obchodní projekt komerčně-úspěšného výrobku, elektrického energetického stroje, jehož je „DC-štit“ součástí, sebou nutně přináší celou řadu následných úprav a prací, aby mohla být co možná nejvíce uspokojena poptávka trhu, a aby byl výrobek co nejdéle konkurenceschopný. Je tedy nutno hledat rezervy v konstrukci součásti, a současně připravovat nové technologické prvky a postupy, směřující při minimálně stejné úrovni spolehlivosti k minimalizaci nákladů vlastní výroby.

Technologická příprava výroby pro rozšiřující se vyráběné roční množství je hlavním cílem řešení diplomové práce, kdy byla stanovena hlavní kritéria dle SOD odběratele, která byla přímo konfrontována s možnostmi firmy. Zároveň jsem stanovil úroveň technologického postupu pro sériovou výrobu. Shromáždil jsem údaje o způsobu výroby polotovaru a jeho možných vadách, o materiálu polotovaru s důrazem na obrobiteľnosť. Pro sestavení postupu obrábění jsem nejprve určil základny, jednotlivé technologie obrábění a výběr vhodných nástrojových materiálů. V dalším oddílu jsem vybral možné výrobní stroje, navrhl jsem pracovní postupy a z nich potom byla vygenerována sada nářadí. Po spočtení výrobních časů byly stanoveny výrobní náklady, které budou sloužit pro ekonomické zhodnocení managementem firmy. Obsahem diplomové práce je i definice přípravků pro obrábění a jejich popis, specifikace základních změn dílců vyskytujících se při výrobě. Byl vytvořen NC program a podprogramy pro obrábění a byly stanoveny kritéria pro výstupní kontrolu a expedici.

Součásti „DC-štit“ se stále vyrábějí a požadavky zákazníka se zvyšují. Zkušenosti získané při řešení technologie budou firmou dále využívány a rozšiřovány.

Věřím, že tato moje práce tvoří komplexní pohled na výrobní technologii součásti „DC-štit“, na jejíž realizaci se výrazně podílím.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. KOČMAN, Karel; *Speciální technologie obrábění*. 3. vyd. Brno: akademické nakladatelství CERM, 2004, 227 s. IBSN 80-214-2562-8
2. PBS Velká Bíteš a. s. [online]. [cit. 2011-04-21]. Dostupné na www: <[http:// www.pbs.cz](http://www.pbs.cz) >
3. PODRÁBSKÝ Tomáš, POSPÍŠILOVÁ Simona. *Struktura a vlastnosti grafitických litin* [online]. [cit. 2011-04-18]. Dostupné na www:
4. PTÁČEK, Luděk. a Kol. *Nauka o materiálu II*. 2. vyd., Brno, Akademické nakladatelství CERM, 2003, 392 s. IBSN 80-7204-248-3
5. ČVUT. *Technologičnost konstrukcí* [online]. [Cit.2011-04-04]. Dostupné na www:<http://u12134.fsid.cvut.cz/?udaj=predmet&id=C31065>
6. SOBEK, Evžen., BRANDEJS, J., DVOŘÁČEK, J., MAZAL, P., SVOBODA. F., *Základy konstruování Návodů pro konstrukční cvičení*, Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 20045, 53 s., IBSN 80-7204-331-5
7. PÍŠKA, Miroslav, Forejt, Milan. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 225 s. IBSN 80-214-2374-9.
8. MCAE Systems, s. r. o. [online]. [cit. 2011-04-20]. Dostupné na www: <<http://www.mcae.cz/atos>>
9. HUMÁR, Anton. Výrobní technologie I [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru "Strojírenská technologie" BS studijního programu "Strojírenství". VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002, 84 s. Dostupné na World Wide Web: http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/VyrobníTechnologie_I.pdf
10. SANDVIK COROMANT. *Download Catalogues* [online]. [cit. 2011-05-01]. Dostupné na www:< <http://www.coromant.sandvik.com/cz>>
11. KOČMAN, Karel. a PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2001. 270 s. IBSN 80-214-3068 - 0.
12. HUMÁR, Anton. Výrobní technologie II [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru "Strojírenská technologie" BS studijního programu "Strojírenství". VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002, 84 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/VyrobníTechnologie_I.pdf>
13. SIEMENS SINUMERIK. *Příručka programování-Základy*. 03.04. vyd. Siemens AG. 2004. 490s. 6FC5298-7AB00-0TP0
14. TOS VARNSDORF a. s. [online]. [cit. 2010-04-16]. Dostupné na www: < <http://www.tos-olomouc.cz/cz/produkty/horizontalni-vyvrtavacky-stolove>>

15. STARRAGHECKERT HOLDING AG . [online]. [cit. 2010-04-17]. Dostupné na www: < <http://www.starragheckert.com/sh/index.php/en/produkte/4-achs-zentren/hec-500-800> >
16. HUMÁR, Anton. *Slinuté karbidy a řezná keramika pro obrábění*. 1.vyd. Brno:CCB spol. s.r.o. 1995. 268 s. ISBN 80-85825-10-4.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
a_p	[mm]	šířka záběru ostří
CAD	[-]	computer aided design
CAM	[-]	computer aided manufacturing
CNC	[-]	computer numerical control
D	[mm]	průměr vrtáku
f	[mm]	posuv na otáčku
L	[mm]	dráha nástroje
n	[min^{-1}]	frekvence otáček obrobku
N_h	[Kč.hod ⁻¹]	náklady na provoz stroje
N_o	[Kč.hod ⁻¹]	náklady na obsluhu
N_p	[Kč]	náklady na polotovar
T_c	[s]	čas celkový
t_{ps}	[s]	čas práce stroje
v_c	[m.min^{-1}]	řezná rychlost
z	[-]	počet zubů
3D	[-]	three dimensional

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Materiálový list - litina LLG
- Příloha 2 Program MA1_A05
- Příloha 3 Program MA2_A05
- Příloha 4 Nástrojový list
- Příloha 5 Výkres bloku A
- Příloha 6 Výkres bloku B

Příloha 1

Materiálový list - litina LLG

ČSN 42 2420		Litina s lupínkovým grafitem		LITINA							
STN 42 2420				42 2420							
Chemické složení [hm. %]											
P			S								
max 0,50			max 0,15								
Charakteristika											
Struktura tvořena peritem a feritem (u tenkých stěn převládá perlit) s lupínkovým grafitem.											
Střední hodnota stupně eutektičnosti $S_e = \frac{\% C}{4,23-0,3 (\% Si + \% P)} = 0,93-0,99$											
Mechanické vlastnosti											
Mez pevnosti R_m [MPa] min			200								
Tvrdość HB max			220								
Modul pružnosti E [GPa]			109,9								
Pevnost v ohybu R_{m0} [MPa] min			360								
Průhyb y [mm] při vzdálenosti podpor 600 mm min			8								
Informativní hodnoty mechanických vlastností při snížených a zvýšených teplotách											
Teplota [°C]	-60	-40	-20	0	20	100	200	300	400	500	600
Pevnost v tahu R_m [MPa] min	215	211	207	204	200	188	180	184	187	155	95
Rázová houževnatost [J.cm ⁻²] min	5,2	5,5	5,9	6,2	6,4	6,6	6,7	6,6	6,4	6,2	5,8
Pevnost v tahu a tvrdość válcových tyčí a stěn odlitků různých rozměrů, litých do pískových forem											
Průměr zkušební tyče [mm]	15	20	30	45	60	90					
Tloušťka stěny odlitku [mm]	4-8	8-15	15-30	30-45	45-80	80-120					
Pevnost v tahu R_m [MPa] min	250	230	200	165	145	120					
Tvrdość HB	200-260	180-240	160-220	150-210	140-200	130-190					
Pevnost mezi klíny											
Typ zkušební tělesa	tyč neobrobená \varnothing 30		tyč obrobená \varnothing 20		kotouč \varnothing 20 x 6						
Pevnost mezi klíny σ_{yk} [MPa] min	125		145		140						
Fyzikální vlastnosti											
Hustota	Měrná tepelná kapacita	Tepelný součinitel roztažnosti		Tepelná vodivost	Lineární smrštění při tuhnutí						
ρ [kg.m ⁻³]	c_p [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	α [K ⁻¹]		λ_1 [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	[%]						
7 180	473	12,3.10 ⁻⁶		49,4	1,2						
Odolnost proti degradačním procesům											
ODOLNOST PROTI KOROZI											
běžná											
ODOLNOST PROTI ÚNAVĚ											
Mez únavy při ohybu za rotace $\sigma_{oc} = 93$ MPa											
Technologické údaje											
TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ											
teploty přeměn $A_{11} = 738 + 5 (\% Si)^{\circ}C$ $A_{12} = 738 + 18 (\% Si)^{1,75} C$											
Použití											
Na odlitky o tloušťce stěn 8-45 mm, např. na strojní odlitky, amatury, části motorů, turbín, pístových strojů, na válce kompresorů a motorů.											
Ostatní vlastnosti											
Barevné značení podle ČSN 42 0010			Třída odpadu podle ČSN 42 0030								
-			212								
Porovnání se zahraničními materiály											
ISO		EURO		Německo							
Gr.200	ISO 185-87	-	-	GG20	DIN 1691						
Francie		Velká Británie		Rusko							
Ft20	NF A32-101	Gr.220	BS 1452-77	SČ20	GOST 1412-86						
FGL200	NF A32-101-87										
USA		Japonsko		Kanada							
Class 30B	ASTM A48-76	FC-20	JIS G5501	-	-						
		FC-200	JIS G5501-89								
Itálie		Rakousko		Švédsko							
G20	UNI 5007-69	GG200	ÖNORM M3191/83	O120-00	MNC 705E-89						
Polsko		Maďarsko		Norsko							
Zl200	PN H83101-86	Ov20	MSZ 8260	-	-						
Finsko		Švýcarsko		Španělsko							
GRS20	SFS H.1151	-	-	FG20	UNE 36111-73						
Belgie											
FGG20	NBN 830-01										

Příloha 2 (1/2)

Program MA1_A05

<p>N10 \$P_UIFR[1]=CTTRANS(X,0,Y,230+R37,Z,225-0.2,B,0-R8) ;G54 (0 - PATKY) N20 \$P_UIFR[2]=CTTRANS(X,0,Y,230+R37,Z,225,B,0-R8) ;G55 (90 - 1XM24, 4XM8) N30 \$P_UIFR[3]=CTTRANS(X,0,Y,230+R37,Z,225,B,0-R8) ;G56 (180 - 4XM8) N40 \$P_UIFR[4]=CTTRANS(X,0,Y,230+R37,Z,225,B,0-R8) ;G57 (270 - 1XM24, 4XM8) N50 \$P_UIFR[5]=CTTRANS(X,0,Y,230+R37,Z,246,B,0-R8) ;G505 (135 - D25/D8.8-R1/8) ;----- N60 M0 ;***** N70 T172 N80 L300 ;(**** FREZA D125-70ST. *****) ;***** N90 T125 N100 G0 G54 X-180 Y250 B=DC(0) S650 F1450 M3 M8 N110 SATURN1: N120 G0 X-180 Y250 N130 R12=8.3 N140 SATURN: N150 G0 X-180 Y250 N160 Z=R12 N170 G1 Y45 N180 G0 Z20 N190 R12=R12-2 N200 IF R12>=0.3 GOTOB SATURN N210 G0 Z20 N220 ENDLABEL: N230 MIRROR X0 N240 REPEAT SATURN1 N250 MIRROR N260 G0 Z300 ;***** N270 T125 N280 L300 ;(**** FREZA D125-90ST. *****) ;***** N290 T136 N300 G0 G54 G603 X-180 Y250 B=DC(0) S650 F300 M3 M8 N310 Z0 N320 G1 G64 Y45 N330 X-80 N340 G0 G60 Z20 N350 G0 X180 Y250 N360 Z0 N370 G1 G64 Y45 N380 X80 N390 G0 G60 Z300 ;***** N400 T136 N410 L300 ;(**** VRTAK D18.5 *****) ;***** N420 T142 N430 G0 G54 X178 Y=R20 B=DC(0) S1350 F400 M3 M7 N440 MCALL CYCLE81(5,0,5,-34.5,) N450 X178 Y=R20 N460 X-178 N470 MCALL N480 G0 Z300 ;***** N490 T142 N500 L300 ;(**** VYSTRUZENI D19H8 *****) ;***** N510 T140 N520 G0 G54 X178 Y=R20 B=DC(0) S1000 F120 M3 M7 N530 MCALL CYCLE81(5,0,5,-28,) N540 X178 Y=R20 N550 X-178 N560 MCALL</p>	<p>N570 G0 Z300 ;***** N580 T140 N590 L300 ;(**** VRTAK D21 *****) ;***** N600 T141 N610 G0 G55 X177 Y25 B=DC(90) S1200 F400 M3 M7 N620 CYCLE81(300,0,5,-51,) N630 G0 Z300 N640 G0 G57 X-177 Y25 B=DC(270) N650 CYCLE81(300,0,5,-51,) N660 G0 Z300 ;***** N670 T141 N680 L300 ;(**** ZAVITNIK M24 *****) ;***** N690 T106 N700 G0 G57 X-177 Y25 B=DC(270) M8 N710 CYCLE84(300,0,5,-44,,5,,3,0,200,400,3,1,0,0,,) N720 G0 Z300 N730 G0 G55 X177 Y25 B=DC(90) N740 CYCLE84(300,0,5,-44,,5,,3,0,200,400,3,1,0,0,,) N750 G0 Z300 ;***** N760 T106 N770 L300 ;(**** FREZA DR D12 *****) ;***** N780 T149 M90 N790 G0 G505 G603 X0 Y207 B=DC(135) S2100 M3 M8 N800 G0 Z15 N810 R12=1 N820 MARS: N830 G0 X0 Y207 N840 G1 Z=R12 F100 N850 G42 G64 X12.5 N860 G2 X12.5 Y207 I-12.5 J0 F250 N870 G1 G40 X0 N880 R12=R12-1 N890 IF R12>=-1 GOTOB MARS N900 G0 G60 Z300 ;***** N1390 T149 N1400 L300 ;(**** NAVRTAVAK D16-90ST. SECO *****) ;***** N1140 T107 M90 N1150 G0 G505 X0 Y207 B=DC(135) S6000 F800 M3 M8 N1160 CYCLE81(400,0,5,,5.7) ; PUVODNI 5.58 N1170 G0 Z400 ;***** N910 T107 N920 L300 ;(**** VRTAK D8.8 *****) ;***** N930 T108 M90 N940 G0 G505 X0 Y207 B=DC(135) S4000 F1100 M3 M72 N950 CYCLE81(300,0,5,,43.5) N960 G0 Z300 ;***** N970 T108 N980 L300 ;(**** VRTAK D8.8 DELOVY *****) ;***** N990 L10 N1000 T109 M91 N1010 SPOS=0 N1020 G0 G505 X0 Y207 B=DC(135) N1030 G0 Z5 M7 N1040 G1 G64 Z-5 F1000 N1050 Z-38 F5000 N1060 S4000 M3 M72 N1070 G1 Z-161 F240 N1080 G0 Z-10</p>
---	---

Příloha 2 (2/2)

<p> N1090 M9 N1100 SPOS=0 N1110 G0 G60 Z300 ***** N1180 T109 N1190 L300 ;(***** ZAVITNIK G1/8 *****) ***** N1200 L10 N1210 T110 M90 N1220 G0 G505 X0 Y207 B=DC(135) M8 N1230 CYCLE84(300,0,5,-25,,,5,,28,0,500,800,3,2,0,0,,) N1240 G0 Z300 ***** N1250 T110 N1260 L300 ;(***** VRTAK D6.8 *****) ***** N1270 T111 M91 N1280 G0 G55 X-206 Y227 B=DC(90) S5100 F700 M3 M72 N1290 CYCLE81(100,-72,10,,43) N1300 G0 Z100 N1310 G0 G55 X132.5 Y17.5 F1000 N1320 MCALL CYCLE81(10,0,5,-32,) N1330 X132.5 Y17.5 N1340 X-117.5 N1350 X-110 Y=17.5+215 N1360 X125 N1370 MCALL N1380 G0 Z300 N1390 G0 G56 X117.5 Y=17.5+215 B=DC(180) N1400 MCALL CYCLE81(10,0,5,-32,) N1410 X117.5 Y=17.5+215 N1420 X-117.5 N1430 X-125 Y=17.5 N1440 X125 N1450 MCALL N1460 G0 Z300 N1470 G0 G57 X117.5 Y17.5 B=DC(270) N1480 MCALL CYCLE81(10,0,5,-32,) N1490 X117.5 Y17.5 N1500 X-132.5 N1510 X-125 Y=17.5+215 N1520 X110 N1530 MCALL N1540 G0 Z300 ***** N1550 T111 N1560 L300 ;(***** ZAVITNIK M8 *****) ***** N1570 L10 N1580 IF R30==999 N1590 T="MT" N1600 ELSE N1610 T=R30 N1620 ENDIF N1630 G0 G57 X117.5 Y17.5 B=DC(270) M7 M8 N1640 MCALL CYCLE84(10,0,5,-27,,,5,,1.25,0,1200,2000,3,1,0,0,,) N1650 X117.5 Y17.5 N1660 X-132.5 N1670 X-125 Y=17.5+215 N1680 X110 N1690 MCALL N1700 G0 Z300 N1710 G0 G56 X-117.5 Y=17.5+215 B=DC(180) N1720 MCALL CYCLE84(10,0,5,-27,,,5,,1.25,0,1200,2000,3,1,0,0,,) N1730 X-117.5 Y=17.5+215 N1740 X117.5 </p>	<p> N1750 X125 Y=17.5 N1760 X-125 N1770 MCALL N1780 G0 Z300 N1790 G0 G55 X132.5 Y17.5 B=DC(90) N1800 MCALL CYCLE84(10,0,5,-27,,,5,,1.25,0,1200,2000,3,1,0,0,,) N1810 X132.5 Y17.5 N1820 X-117.5 N1830 X-110 Y=17.5+215 N1840 X125 N1850 MCALL N1860 G0 Z30 N1870 G0 G55 X-206 Y227 N1880 CYCLE84(300,-70,10,,18,,5,,1.25,0,1200,2000,3,1,0,0,,) N1890 G0 Z300 N1900 M17 </p>
---	---

Příloha 3 (1/2)

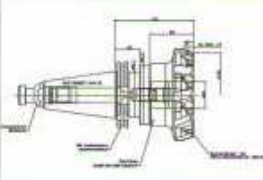
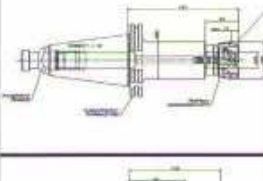
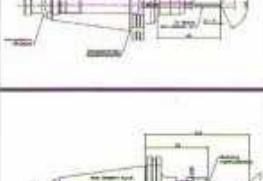
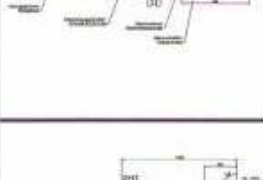
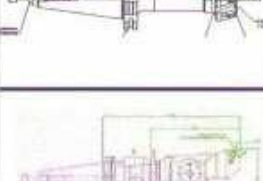
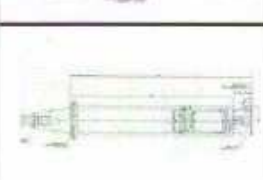

Program MA2_A05

<pre> N10 \$P_UIFR[1]=CTTRANS(X,0,Y,250.11+225-0.2,Z,21+R20,B,0) ;G54 (0 - ZAKLADNA) N20 \$P_UIFR[2]=CTTRANS(X,0,Y,250.11+225-0.2,Z,-21- R20+R21,B,0) ;G55 (180 - D150J6) ;----- N30 M0 ;***** N40 T172 N50 L300 ;(***** FREZA D125-70ST. *****) ;***** N60 T171 N70 G0 G54 G603 X-165 Y295 B=DC(0) S650 F1450 M3 M8 N80 R12=R26+0.3 N90 STAR: N100 G0 X-165 Y290 N110 Z=R12 N120 G1 G64 Y215 N130 X175 N140 Y-175 N150 X-175 N160 Y215 N170 G0 Z20 N180 R12=R12-1.5 N190 IF R12>=0.3 GOTOB STAR N200 G0 G60 Z300 ;***** N210 T171 N220 L300 ;(***** FREZA D63-70ST. *****) ;***** N230 T134 N240 G0 G55 G603 X15 Y0 B=DC(180) S1300 F1400 M3 M8 N250 R12=R22+R45+0.3 N260 LUNA: N270 G0 X15 Y0 N280 Z=R12 N290 G1 G41 G64 X102.13 N300 G3 X102.13 Y0 I-102.13 J0 N310 G1 G40 X15 N320 R12=R12-1.5 N330 IF R12>=R22+0.3 GOTOB LUNA N340 G0 G60 Z300 ;***** N350 T134 N360 L300 ;(***** HRUB. TYC D149.5 *****) ;***** N370 T143 N380 G0 G55 X0 Y0 B=DC(180) S1050 F320 M3 M8 N390 Z=R22+5 N400 G1 Z=R23-R35-5 N410 G0 Z300 ;***** N420 T143 N430 L300 ;(***** FREZA D80/360 *****) ;***** N440 T139 N450 G0 G54 G603 X0 Y0 B=DC(0) S800 M3 M8 N460 R12=-R33+R35+0.2 N470 SUN: N480 G0 X0 Y0 N490 G60 Z=R12 N500 G1 G64 Y35 F300 N510 X35 N520 G2 X70 Y0 I0 J-35 N530 G2 X70 Y0 I-70 J0 F300 N540 G1 X0 F3000 N550 R12=R12-1 N560 IF R12>=-R33+0.2 GOTOB SUN </pre>	<pre> N570 G0 G60 Z300 ;***** N580 T139 N590 L300 ;(***** VRTAK D22 *****) ;***** N600 T155 N610 G0 G54 X202 Y-202 B=DC(0) S1150 F390 M3 M7 N620 MCALL CYCLE81(5,0,5,,40) N630 X202 Y-202 N640 X-202 N650 MCALL N660 MCALL CYCLE81(5,0,5,,60) N670 X-202 Y202 N680 X202 N690 MCALL N700 G0 Z300 ;***** N710 T155 N720 L300 ;(***** FREZA D20 *****) ;***** N730 T148 N740 G0 G54 G603 X135 Y135 B=DC(0) S4000 M3 M7 M8 N750 R11=0 N760 PLANET: N770 ROT RPL=R11 N780 G0 X135 Y135 N790 R12=-2.6 N800 PLANET1: N810 G0 X135 Y135 N820 G60 Z=R12 N830 G1 G42 G64 Y181 F1200 N840 X170 N850 G2 X181 Y170 I0 J-11 F4000 N860 G1 Y135 F1200 N870 G0 G40 X135 N880 R12=R12-2.7 N890 IF R12>=-8 GOTOB PLANET1 N900 G0 Z20 N910 R11=R11+90 N920 IF R11<360 GOTOB PLANET N930 ROT N940 G0 G60 Z300 ;***** N950 T148 N960 L300 ;(***** FREZA D20 PRODL *****) ;***** N970 T128 N980 G0 G54 X-221 Y-221 B=DC(0) S2500 F500 M3 M8 N990 Z5 N1000 R11=225 N1010 R13=-202 N1350 MERKUR: N1355 MSG("JEDE FREZA PRUMER D20") N1030 TRANS X=R13 Y-202 N1040 AROT RPL=R11 N1050 G0 X27 Y0 N1060 R12=-2.5 N1100 MERKUR1: N1105 MSG("JEDE FREZA PRUMER D20") N1080 G1 X27 Y0 N1090 Z=R12 N1100 G41 G64 X24 Y11 N1110 X-10 N1120 Y-11 N1130 X24 N1140 G40 X27 Y0 N1150 R12=R12-2.5 N1160 IF R12>=-32.5 GOTOB MERKUR1 </pre>
---	--

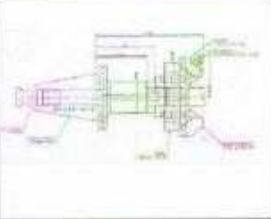
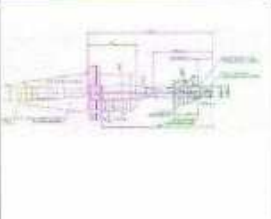
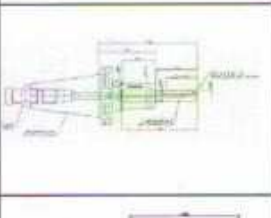
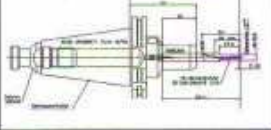
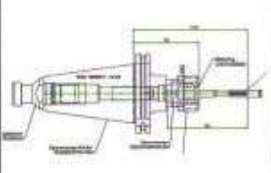
Příloha 3 (1/2)

N1170 G0 Z20	N100 G0 G54 G603 X0 Y0 B=DC(0) S800 F200 M3 M8
N1180 R11=R11+90	N110 Z=-R33
N1190 R13=-R13	N120 G1 G64 Y35
N1200 IF R11<360 GOTOB MERKUR	N130 X35
N1210 ROT	N140 G2 X70 Y0 I0 J-35
N1220 G0 G60 Z300	N150 G2 X70 Y0 I-70 J0
*****	N160 G1 X0
N1230 T128	N170 G0 G60 Z300
N1240 L300 ;(**** FREZA D31.5-45ST. ****)	*****
*****	N180 T125
N1250 T110 M90	N190 L300 ;(**** FREZA D125-90ST. ****)
N1260 G0 G55 G603 X25 Y0 B=DC(180) S3500 F2000 M3 M8	*****
N1270 Z=R22+5	N200 T101
N1280 G1 G41 G64 X76	N210 G0 G54 G603 X-165 Y295 B=DC(0) S650 F300 M3 M8
N1290 G3 X76 Y0 I-76 J0	N220 Z0
N1300 G1 G40 X25	N230 G1 G64 Y215
N1310 G0 G60 Z=R23-5	N240 X175
N1320 G1 G41 G64 X76	N250 Y-175
N1330 G3 X76 Y0 I-76 J0	N260 X-175
N1340 G1 G40 X25	N270 Y295
N1350 G0 G60 Z300	N280 G0 G60 Z300
*****	*****
N1360 T110	N290 T101
N1370 L300 ;(**** VRTAK D6.8 ****)	N300 L300 ;(**** FREZA D63-90ST. ****)
*****	*****
N1380 T111 M91	N310 T152 M90
N1390 G0 G55 X62.225 Y62.225 B=DC(180) S5100 F1000 M3 M72	N320 G0 G55 G603 X20 Y0 B=DC(180) S1300 F300 M3 M8
N1400 MCALL CYCLE81(5,-37.5,,40)	N330 Z=R22
N1410 X62.225 Y62.225	N340 G1 G41 G64 X102.13
N1420 HOLES2(0,0,93,35,90,4)	N350 G3 X102.13 Y0 I-102.13 J0
N1430 MCALL	N360 G1 G40 X20
N1440 G0 Z30	N370 G0 G60 Z300
N1450 MCALL CYCLE81(30,-83,10,,40)	*****
N1460 X210 Y-190	N380 T152
N1470 X-210	N390 L300 ;(**** FREZA HRUB. D6 ****)
N1480 MCALL	*****
N1490 G0 Z300	N400 T153 M91
*****	N410 G0 G54 G603 X168.907 Y210.078 B=DC(0) S4200 M3 M8
N1500 T111	N420 SLOT2(20,0,0,-
N1510 L300 ;(**** ZAVITNIK M8 ****)	12,,2,0.8,9,0,0,269.56,50.8,77.6,100,200,2.4,3,0.05,1,,)
*****	N430 SLOT2(20,0,0,-
N1520 L10	12,,2,0.8,9,0,0,269.56,230.8,77.6,100,200,2.4,3,0.05,1,,)
N1530 T118 M90	N440 G0 Z300
N1540 G0 G55 X-210 Y-190 B=DC(180) M7 M8	*****
N1550 MCALL CYCLE84(30,-	N450 T153
83,10,,32,,5,,1.25,0,1200,2000,3,1,0,0,,)	N460 L300 ;(**** FREZA HOT. D6 ****)
N1560 X-210 Y-190	*****
N1570 X210	N470 L10
N1580 MCALL	N480 T135
N1590 G0 Z300	N490 G0 G54 G603 X168.907 Y210.078 B=DC(0) S4200 M3 M8
*****	N500 SLOT2(20,0,0,-
N1600 T118	12,,2,0.8,9,0,0,269.56,50.8,77.6,200,200,0,3,0.01,0,0,100,4200)
N1610 L300 ;(**** VRTAK D7.8 ****)	N510 SLOT2(20,0,0,-
*****	12,,2,0.8,9,0,0,269.56,230.8,77.6,200,200,0,3,0.01,0,0,100,4200)
N1620 T143	N520 G0 Z300
N1630 G0 G54 X169 Y210 B=DC(0) S4500 F1000 M3 M7	*****
N1640 MCALL CYCLE81(5,0.5,,11.9)	N530 T135
N1650 X169 Y210	N540 L300 ;(**** SLICHT. TYC D150J6 ****)
N1660 X-169	*****
N1670 Y-210	N550 IF R30==999
N1680 X169	N560 T="MT"
N1690 MCALL	N570 ELSE
N1700 G0 Z300	N580 T=R30
N1710 M17	N590 ENDIF
*****	N600 G0 G55 X0 Y0 B=DC(180) S1700 F170 M3 M7 M8
N70 T143	N610 Z=R22+5
N80 L300 ;(**** FREZA D80/360 ****)	N620 G1 Z=R23-2
*****	N630 SPOS=0
N90 T125	N640 X0.1
	N650 G0 Z300
	N660 M17

Příloha 4 (1/2)
Nástrojový list

Nástrojový list						
Součást: DC-štit						
Provedení nástroje	Pozice v zásobníku	Číslo nástroje	Popis nástrojové sestavy	Označení	Řezný materiál	Množství
	48	T172	FRÉZOVACÍ HLAVA ø125x70° 01 Upínací čep DIN69872 Form A 02 SK50 Frézovací tm s čelním unašečem Ø40 03 Fix Perfect Frézovací hlava ø125,70°,Z=10 04 Řezná destička apmx=10mm	RK50DVM DV50SM40050M 125B10RP70SP12C2WFP SPHX1205ZCERGP4S	KC915M	1 1 1 10
	51	T101	ROHOVÁ FRÉZA Dmr.63x90° 01 Upínací čep DIN69872 Form A 02 SK50 Frézovací tm s čelním unašečem Ø22 03 Fix Perfect Rohová fréza ø50,90°,Z=5 04 Řezná destička apmx=10mm	RK50DVM DV50SM22100M 63A07RP90SP12CFP SPHX1205PCERGP4SB	KC915M	1 1 1 7
	55	T40	Vrták Ø5 01 Upínací čep DIN69872 Form A 02 SK 50 Hydro-upínač ø6mm HP Line 03 TX -Vrták 5, IKZ	RK50DVM DV50BHC06072M B411A05000	KF1	1 1 1
	57	T08	Závítník M6 01 Upínací čep DIN69872 Form A 02 SK50 ER32 Kleštinový upínač 03 Upínací matice pro IKZ 04 Těsnící kroužek 05 ER32 Upínací kleština 06 HSS Závítník M6 s IKZ. Rekord 2A	RK50DVM DV50BER32070M LNABER32M CDER32045M 32ERTC045034M FX.005955		1 1 1 1 1 1
	60	T171	Fix Perfect Frézovací hlava ø63x70° 01 Upínací čep DIN69872 Form A 02 SK50 Frézovací tm s čelním unašečem Ø22 03 Fix Perfect Frézovací hlava ø63,z=7, IKZ 04 Řezné destičky apmax=10mm	RK50DVM DV50SM22100M 63B07RP70SP12CFP SPHX1205ZCERGP4S	KC915M	1 1 1 7
	13	T133	Vyvrtávací tyč hrubovací ø124,5 hrana 90° 01 Upínací čep DIN69872 Form A 02 Těleso nástroje 03 Řezná destička	RK50DVM KM80RBHT115150K CNGA160612T02020	KY3500	1 1 2
	66	T127	Fréza ø80 délka 500 01 Upínací čep DIN69872 Form A 02 Těleso nástroje vyvažovací 03 Frézovací hlava ø80x90°,Z=7 04 Řezná destička apmx=10mm	RK50DVM M680-129604600 XPHT160408ERGE	TN5515	1 1 1 7

Příloha 4 (2/2)

Nástrojový list					
Součást: DC-štit					
	19	T129	Vyvrťovací tyč dokončovací ø125J6 hrana 90°		
		01	Upínací čep DIN69872 Form A	RK50DVM	1
		02	SK50 CS- Frézovací trn s čelí unašečem d=40	DV50CS40100M	1
		04	KKH Držák kazety (Sáně)	1 261 40 870 00	2
		05	ISO Řezná kazeta	CCGW604T01020	1
		06	Řezná destička	IP1531919	KC120
	22	T136	Vrták ø18,65 se sražením hran		
		01	Upínací čep DIN69872 Form A	RK50DVM	1
		02	Těleso nástroje	DV50BWN20063M	1
		03	Zahlubovací kroužek	KSEM180FASN	1
		04	Řezná destička pro srážení hran	FAS1003	2
		05	Vrták korunkový ø18,5	KSEM185R5WN25M	1
06	Vrtací korunka ø18,65	KSEM1865HPM	KC7215	1	
	25	T142	Vyvrťovací tyč dokončovací ø19		
		01	Upínací čep DIN69872 Form A	RK50DVM	1
		02	Těleso nástroje	DV508HC20082M	1
		03	Tyč vyvrťovací stopková	KPL190R2SS20N3M	1
04	Řezná destička	BPGN050202LGD	KC7210	1	
	10	T110	VHM Stupňovitý vrták ø6,8x90° pro M8		
		01	Upínací čep DIN69872 Form A	RK50DVM	1
		02	SK 50 Hydro-upínač ø10mm HP Line	DV50BHC10077M	1
03	VHM-Stupňovitý vrták Ø6,8/10x90°	B712A1564578	K10	1	
	11	T111	Závitník M8 s IKZ		
		01	Upínací čep DIN69872 Form A	RK50DVM	1
		02	SK50 ER32 Kleštinový upínač	DV50BER32070M	1
		03	Upínací matice pro IKZ	LNABER32M	1
		04	Těsnící kroužek	CDER32080M	1
		05	ER32 Upínací kleština	32ERTC080062M	1
06	HSS Závitník M8 s IKZ. N B855	FX006120	HSS-Tin	1	

