



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

OBRÁBĚNÍ SOUČASTÍ Z HLINÍKOVÉ SLITINY

MACHINING OF PARTS OF ALUMINIUM ALLOYS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jakub FILISTEIN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Milan KALIVODA

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jakub Filistein

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

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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 bakalářské práce:

Obrábění součásti z hliníkové slitiny

v anglickém jazyce:

Machining of Parts of Aluminium Alloys

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Konstrukčně-technologický rozbor součásti.
3. Technologický proces.
4. TPV dokumentace pro výrobu vzorku součásti.
5. Technicko-ekonomické hodnocení.
6. Diskuze.
7. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Navržení technologického procesu pro konkrétní firemní podmínky.

Seznam odborné literatury:

1. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
2. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
3. PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-720-4283-1.
4. PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu II. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-720-4283-1.
5. MICHNA, Štefan et al. Encyklopedie hliníku. 1. vyd. Prešov: Adin, 2005. 700 s. ISBN 80-89041-88-4.
6. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
7. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
8. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 21.11.2014

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá technickou přípravou výroby vík alternátorů. V práci je postupně popsán výběr stroje a nástrojů. Dále jsou rozepsány jednotlivé problémy, které se vyskytly při vzorkování. Na konci jsou provedeny výpočty kusových časů, doby výroby celé série a spotřeby energie.

Klíčová slova

Hliníková součást, příprava výroby, obrábění, výrobní proces, tlakový odlitek

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on the preparation technology for the production of alternator covers. The thesis describes the choice of which machine and tools to use. Furthermore specific problems which have come up during sampling are discussed. Towards the end you can find the calculations of the ammount of time per piece, the total production time and energy consumption.

Key words

Aluminium part, preparation technology, machining, diecast, production process

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FILISTEIN, Jakub. *Obrábění součástí z hliníkové slitiny*. Brno 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 41 s. 11 příloh. Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Obrábění součásti z hliníkové slitiny** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Jakub Filistein

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Děkuji také panu Václavu Urbánkovi, DiS. Z firmy MOTOR JIKOV Slévárna a.s. za rady a podklady potřebné pro vypracování mé práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 VYSOKOTLAKÉ LITÍ	9
2 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÝ ROZBOR SOUČÁSTI.....	10
2.1 Funkce.....	11
2.2 Konstrukce	11
2.3 Materiál.....	11
3 TECHNOLOGICKÝ PROCES	12
3.1 Příprava výroby.....	12
3.1.1 Volba stroje.....	12
3.1.2 Volba nástrojů.....	13
3.2 Výroba prototypu	16
3.3 1. Vzorkování.....	17
3.4 2. Vzorkování.....	23
3.5 3. Vzorkování.....	27
4 TPV DOKUMENTACE PRO VÝROBU	31
5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ HODNOCENÍ.....	32
5.1 Stanovení výrobních časů	32
5.2 Kapacitní využití stroje	35
5.3 Spotřeba energie	35
5.4 Plocha pracoviště	36
6 DISKUZE	37
ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	40
SEZNAM PŘÍLOH.....	41

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je podrobný popis problematiky technické přípravy obrábění tlakových odlitků z hliníkové slitiny. Odlitky budou použity jako víka alternátoru, nacházejí se na nich tedy velice přesné rozměry.

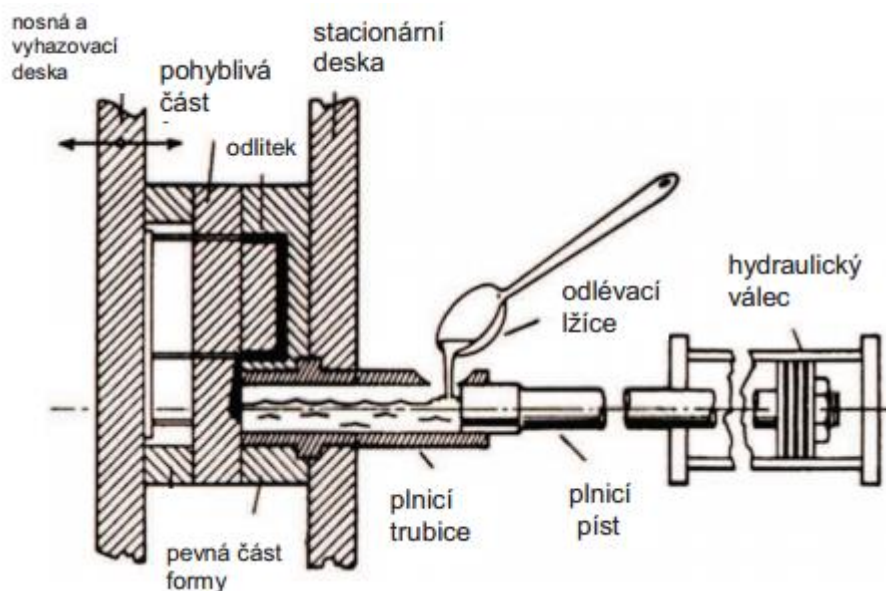
Odlitky jsou zhotoveny z hliníkové slitiny $AlSi9Cu3$, která je jednou z nejpoužívanějších slitin na odlitky v automobilovém průmyslu. V první kapitole je popsána technologie výroby tlakových odlitků. V dalších kapitolách konstrukčně-technologický rozbor, výběr stroje a nástrojů, jednotlivé problémy při vzorkování a kapacitní propočty.

Základy strojírenské a slévárenské výroby v Českých Budějovicích byly položeny roku 1899. Na těchto základech později vznikla společnost MOTOR JIKOV Group a.s., která se skládá ze čtyř dceřiných podniků: MOTOR JIKOV Strojírenská a.s., MOTOR JIKOV Slévárna a.s. (dále MJ Slévárna), MOTOR JIKOV Fostron a.s. (dále MJ Fostron) a MOTOR JIKOV GREEN a.s.. Společnost MJ Slévárna se zabývá především výrobou odlitků pro strojírenský, automobilový, stavební průmysl, obráběcí a zemědělské stroje [1].

1 VYSOKOTLAKÉ LITÍ

Technologie vysokotlakového lití je jedním z nejpoužívanějších procesů pro výrobu tvarových odlitků ze slitin hliníku. Je to technologie velice vhodná pro výrobu tvarově složitých, rozměrově přesných tenkostěnných odlitků. Lze zmenšit přídavky na obrábění, čímž docílíme úsporu materiálu. Touto technologií se v současné době vyrábí cca 70 % hliníkových odlitků. Vysokotlaké lití je vhodné i k odlévání hořčíkových, zinkových i měděných slitin [2,3].

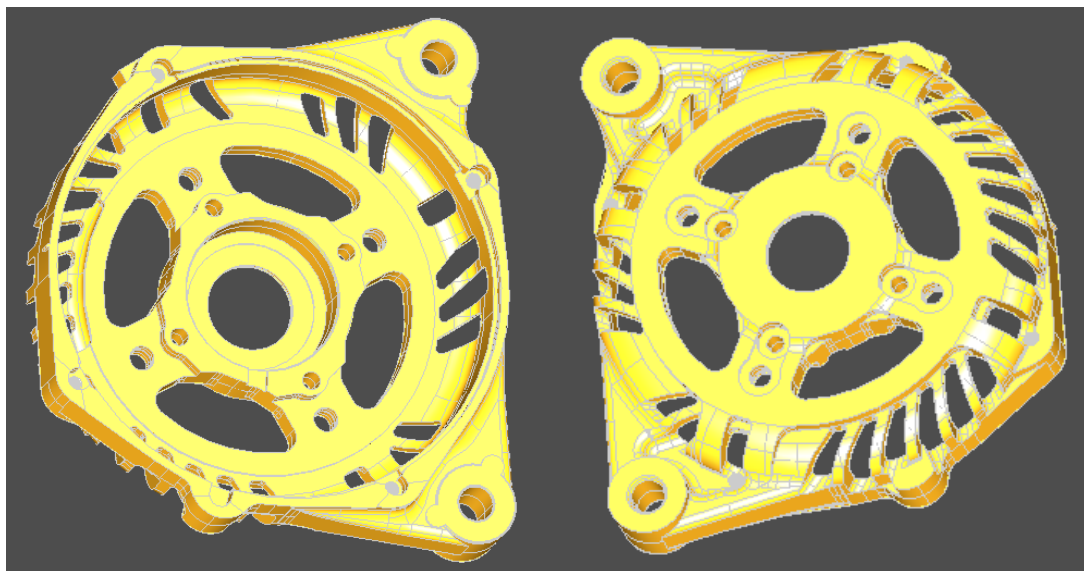
Princip výroby spočívá ve vstřikování roztavené slitiny do dutiny kovové formy pod vysokým tlakem. Odlévání kov je během plnění dutiny pouze pod okolním tlakem, který postupně narůstá. Po naplnění formy je kov zatížen vysokým statickým tlakem. Toto umožňuje zatečení kovu i do nejužších průřezů. Takto lze vyrábět tvarově složité odlitky s tloušťkou stěny cca 1 - 2 mm, u některých slitin i méně než 1 mm [2,3].



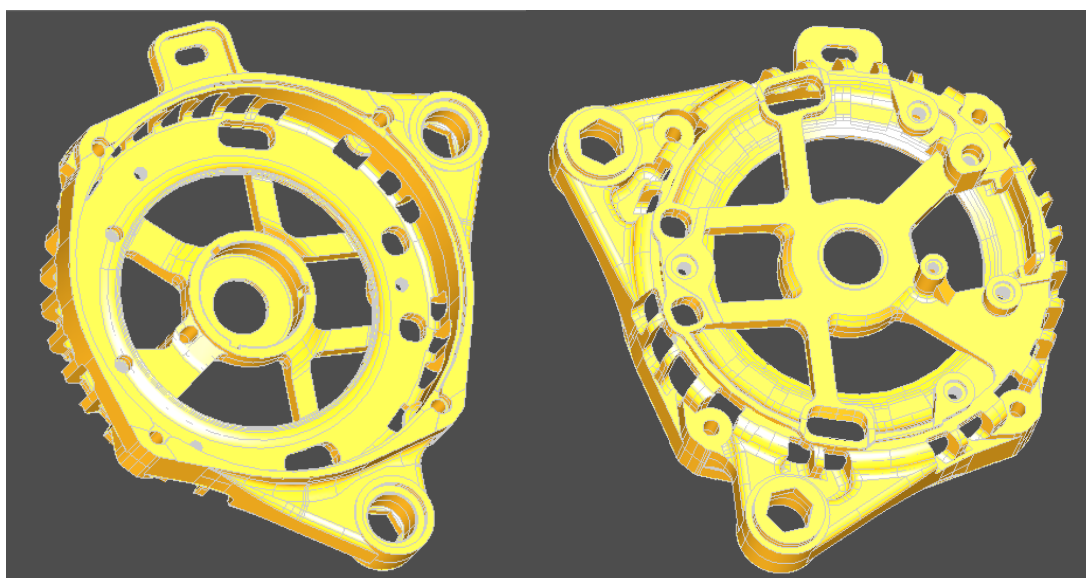
Obr 1.1 Schéma stroje pro vysokotlaké lití [2].

2 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÝ ROZBOR SOUČÁSTI

Vyráběnou součástí jsou víka alternátoru zhotovená technologií tlakového lití z hliníkové slitiny. V sérii, která je 300 000 kusů ročně.



Obr. 2.1 Model součásti Bracket front ve formátu STP



Obr. 2.2 Model součásti Bracket rear ve formátu STP

2.1 Funkce

Odlitky slouží jako víka alternátorů. Z hlediska funkce se na nich nacházejí všechny prvky důležité pro správnou funkci konečného výrobku, jako jsou otvory pro uložení ložisek, závity určené pro upevnění řídicí elektroniky a prvky, které slouží k upnutí alternátoru do automobilu.

2.2 Konstrukce

Konstrukce odlitků odpovídá účelu, pro který je určena. Odlitky jsou poměrně tvarově složité. Nachází se na nich velké množství žebířů a otvorů, ale většina těchto prvků je již zhotovena tlakovým litím. Obráběné plochy slouží k uložení ložisek, ustavení polohy a připevnění řídicí elektroniky. Pro uložení ložisek jsou určeny průměry $\varnothing 37$ Js6 a $\varnothing 47$ M6. Otvory $\varnothing 17$ a $\varnothing 10,6$ jsou určeny pro upevnění alternátoru na motor automobilu. Průměr $\varnothing 138,05$ K6 je zhotoven pro nasazení víka na stator alternátoru a závity M5 pro spojení vík. Závity M4 jsou určeny pro upevnění řídicí elektroniky. Tyto rozměry jsou za určitých podmínek bez problému vyrobitelné.

Tab. 2.1 Dosažitelná přesnost rozměrů při jednotlivých způsobech obrábění [4].

Způsob obrábění	Průměrná aritmetická úchylka povrchu Ra [μm]	Přesnost rozměrů IT
Hrubování	$> 6,3$	≥ 12
Obrábění na čisto	$1,6 - 6,3$	$9 - 11$
Jemné obrábění	$0,2 - 1,6$	$5 - 8$
Speciální dokončovací obrábění	$< 0,2$	< 5

2.3 Materiál

Součást je zhotovena z hliníkové slitiny AlSi9Cu3, která je velice vhodná pro tvarově složité tlakové odlitky, jako jsou bloky motorů, skříň převodovky a spojky, u kterých jsou vysoké požadavky na jakost a mechanické vlastnosti [5].

Tab. 2.2 Mechanické vlastnosti slitiny AlSi9Cu3(Fe) dle ČSN EN 1706 [5].

Pevnost v tahu R_m	min. 240 MPa
Smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$	min. 140 MPa
Tažnost A_5	min. < 1
Tvrdost dle Brinella HB	min. 80

Tab. 2.3 Chemické složení slitiny AlSi9Cu3(Fe) dle ČSN EN 1706 [5].

	Chemické složení v % hm.							
Označení slitiny	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn
AlSi9Cu3(Fe)	8 – 11	0,6 – 1,1	2 - 4	0,55	0,05 – 0,55	0,15	0,55	1,2

3 TECHNOLOGICKÝ PROCES

3.1 Příprava výroby

Tato kapitola se zabývá výběrem stroje a nástrojů vhodných k výrobě zadané součásti.

3.1.1 Volba stroje

Jako stroj bylo zvoleno obráběcí CNC centrum Chiron DZ15W z důvodu volné kapacity na tomto stroji. Toto centrum je vhodné pro obrábění této součásti a díky dvěma vřetenům, které umožňují obrábět dvě součásti najednou a otočnému stolu, se hodí k obrábění součástí ve velkých sériích. Také umožňuje upínání obrobků pomocí hydraulického systému.



Obr 3.1 Obráběcí centru Chiron DZ15 W [6].

Tab. 3.1. Technická data Chiron DZ 15 W [7].

Počet nástrojových míst	2 x 12
Upínací kužel nástroje – DIN 69871	SK 40
Čas výměny nástrojů	Cca 0,9 s
Pohod vřetene	2 x 14 kW
Rozsah otáček	20 – 10500 min ⁻¹
Maximální kroutící moment	2 x 90 Nm
Pojezd v ose X	550 mm
Pojezd v ose Y	400 mm
Vzdálenost vřeten v ose X	250 mm
Pojezd v ose Z	425 mm
Upínací plocha stolu	2x660x400 mm ²
Čas pro výměnu pracovních polí	Cca 2,4 s
Příkon stroje	20 kW
Hmotnost stroje	7600 kg
Zastavěná plocha	5,8 m ²

3.1.2 Volba nástrojů

Pro tyto obrobky budou zhotoveny speciální nástroje s břity z polykrystalického diamantu a na obrábění závitů budou použity závitníky ze slinutých karbidů. Polykrystalický diamant téměř dosahuje tvrdosti přírodního monokrystalického diamantu. Krystalky diamantu jsou pomocí slinování spojovány za vysoké teploty a tlaku. Břity z polykrystalického diamantu jsou pevně zakotveny v destičce ze slinutého karbidu, která zvyšuje odolnost proti tepelným a rázovým šokům. Polykrystalický diamant je doporučen pro obrábění neželezných kovů a nekovových materiálů za vysokých řezných rychlostí, dále se také vyznačuje vysokou trvanlivostí nástroje. Diamant nelze používat u materiálů s vysokým bodem tavení, protože se rozpadá při teplotě 750-850 °C rozpadá a mění se na grafit [6, 7].



Obr. 3.2 Břítové destičky s PKD břity [10].

Tab. 3.2 Nástroje pro odlitek Bracket rear.

Nástroj	Označení	Materiál
Stupňový výstružník ø37/ ø 45/ ø 138,5	T8	PKD
Stupňový výstružník ø17/ ø 23	T9	PKD
Závitník M5 ISO2	T5	SK
Závitník M4 ISO2	T6	SK

Obr. 3.3 a 3.4 Stupňový výstružník $\varnothing 37/ \varnothing 45/ \varnothing 138,5$.

Tab. 3.3 Nástroje pro odlitek Bracket front

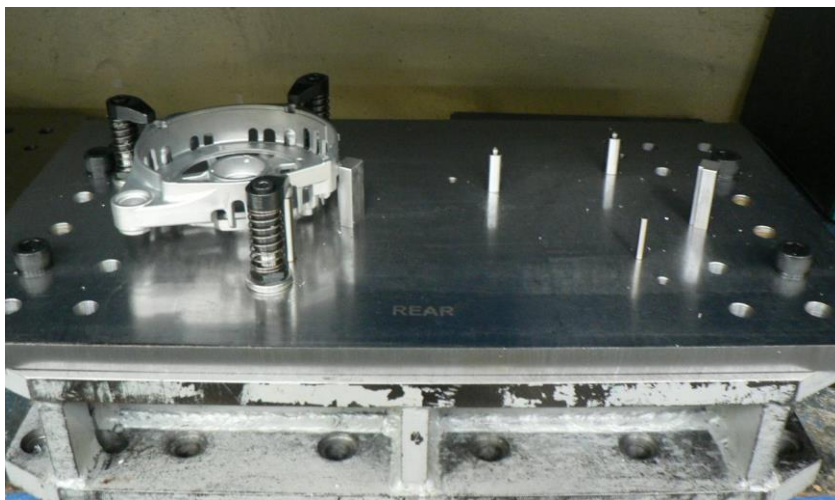
Nástroj	Označení	Materiál
Stupňový výstružník $\varnothing 47/ \varnothing 70/ \varnothing 138,5$	T10	PKD
Stupňový vrták $\varnothing 10,6/ \varnothing 25$	T11	PKD
Závitník M5 ISO2	T5	SK



Obr. 3.5 a 3.6 Stupňový výstružník $\varnothing 47/ \varnothing 70/ \varnothing 138,5$.

3.2 Výroba prototypu

Zkouška prototypu byla zaměřena zejména na správné vyplnění formy při tlakovém lití. Z hlediska obrábění bylo vyzkoušeno upnutí do desky přípravku a obrobení dostupnými nástroji.



Obr. 3.7 Prototyp na desce přípravku.

3.3 1. Vzorkování

Odlitek Bracket rear

Odlitky byly po tryskání naházeny na sebe do ohradových palet. Některé kusy byly zaraženy do sebe a bylo potřeba na oddělení vynaložit sílu. Pro odstranění tohoto problému je nutno do návodek vyznačit opatrné zacházení a oddělování jednotlivých vrstev.



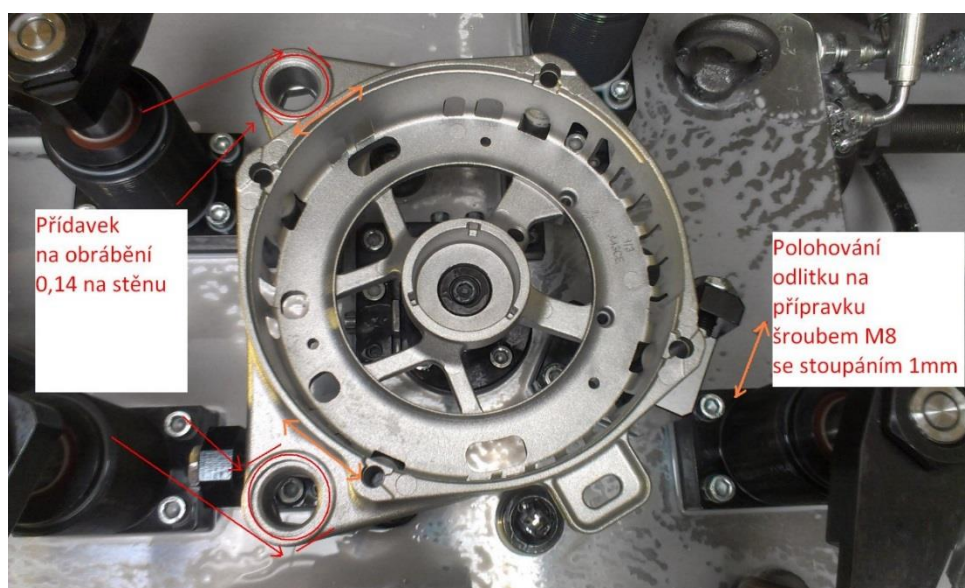
Obr. 3.8 Odlitky v ohradové paletě po tryskání.

Při vzorkování byly zjištěny tyto problémy:

- Špatně obrobené průměry $\varnothing 17-0,005-0,025$. Toto se mohlo přihodit ze dvou důvodů. Prvním důvodem je malý přídavek na obrábění. V horní části je předlitý průměr $\varnothing 16,70$, což je $0,14$ mm na stěnu. Tento přídavek je potřeba zvětšit na $0,3$ mm, předáno MJ Fostron – Formy. Druhým důvodem je polohování odlitků na přípravku šroubem se stoupáním 1 mm, kvůli tomu bylo prakticky nemožné polohovat oba odlitky v řádu necelé desetin milimetru. Řešením tohoto problému je zajistit shodné polohování obou odlitků a to osově přes broušené kameny, předáno MJ Fostron – jednoúčelové stroje.

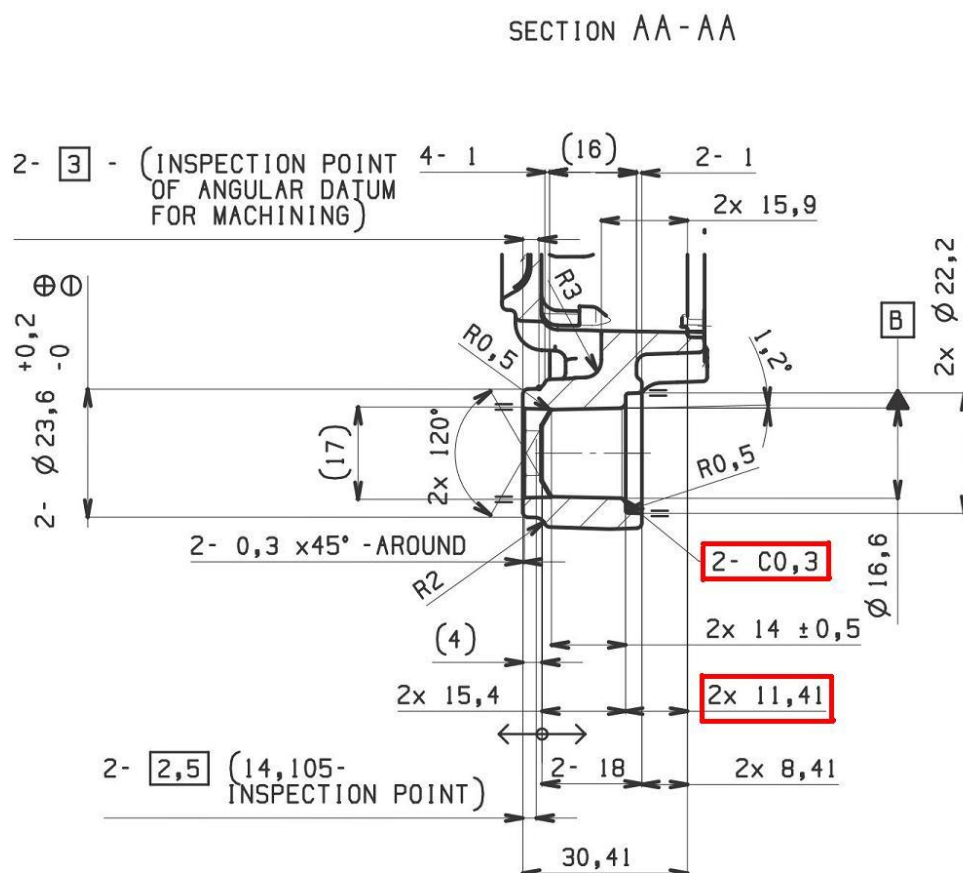


Obr. 3.9 Nedokonale obroběný průměr $\varnothing 17-0,005-0,025$.

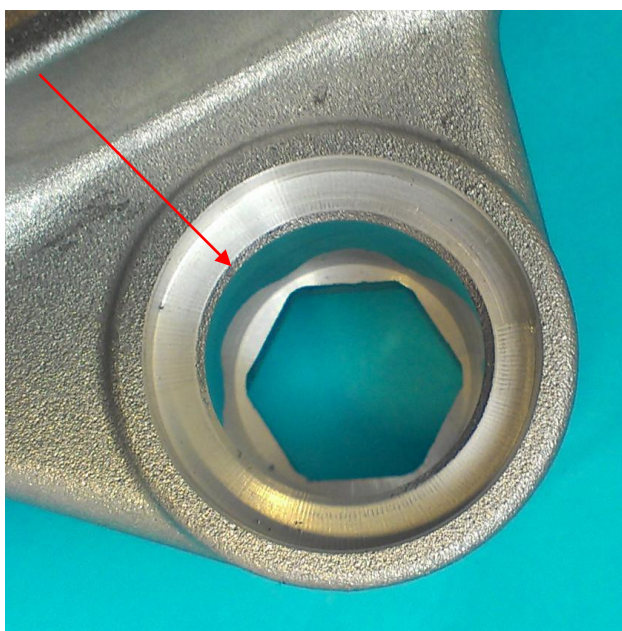


Obr. 3.10 Odlitek v přípravku.

- Nedokonale obroběná hrana C05 nad průměrem $\varnothing 17-0,005-0,025$ z důvodu, že zde není přídavek na obrábění. U prvního vzorkování nebyl přídavek nad hranou, rozměr 11,41 mm byl již opraven na 10,91 mm, ale předlitá hrana zůstala ve stejné pozici. Hrana kótovaná na výkrese odlitku (viz obr. 3.11) C03 je nyní na odlitku 1 mm a i přesto, že se vrták nachází na spodní hraně tolerance, tak hrana zůstává z více jak 50 % nedokonale obrobena z různé strany, předáno MJ Fostron – Formy.

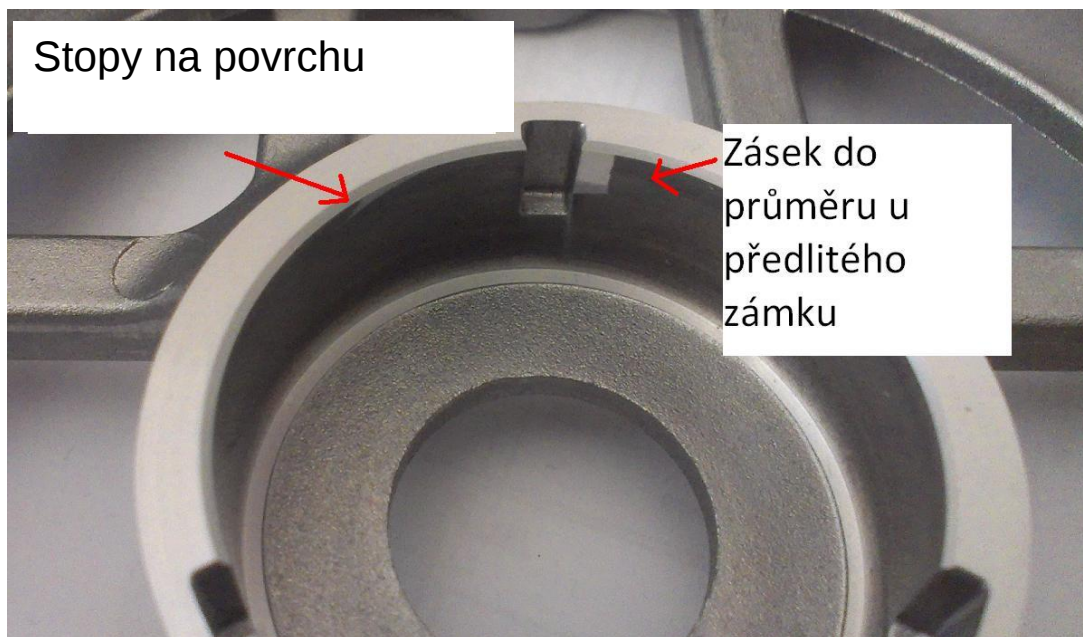


Obr. 3.11 Sekce AA – AA z výkresu 892-0191.



Obr. 3.12 Nedokonale obrobená hrana C05.

- Při výjezdu nástroje rychloposuvem z odlitku vznikly záseky u předlitých zámků na průměru $\varnothing 37js6$ (obr. 3.13). Po nastavení posuvu pro zpětný chod na 2 mm za otáčku záseky zmizely, ale začaly se náhodně objevovat vizuální mapy v toleranci drsnosti povrchu. Pokud se tento problém znovu objeví, bude nejspíš potřeba ještě snížit posuv při zpětném chodu nástroje.



Obr. 3.13 Zásek do předlitého zámku

- Zjištěny malé předlité průměry pro závity. Jelikož závity mají být řezány do předlitých otvorů, musí být otvory pro ně předlity v tolerancích $\varnothing 4,134 - \varnothing 4,334$ mm pro závit M5 a $\varnothing 3,242 - \varnothing 3,422$ mm pro závit M4. Je potřeba zvětšit jádra formy.
- Dále byl nesprávně obroben průměr $\varnothing 37js6$ a objevily se mapy u otisků č. 1 a č. 2 vždy jen z jednoho založení (obr. 3.14). Podle náměrů dvou zároveň obrobených kusů je rozdíl mezi kusy v jedné ose cca 0,15 mm a v druhé do 0,05 mm. Musíme porovnat polohu předlitého průměru určeného pro zakládání a polohu obrobených průměrů. MJ Fostron musí prověřit polohu zakládacích segmentů na přípravku.



Obr. 3.14 Mapy na povrchu.

- Na podpěrách zůstávaly po oplachu třísky. Nutno upravit opěrné plochy jako Bracket Front.

Odlitek Bracket front

Při prvním vzorkování byly zjištěny tyto nedostatky:

- Na upínacím přípravku, kde byly příliš velké plochy pro zakládání odlitku, zůstávaly třísky (obr. 3.15). Kvůli tomu docházelo k nedodržení rovinností při zakládání odlitku. Tento problém byl předán divizi MJ Fostron, kde prověří možnost zmenšení těchto ploch.



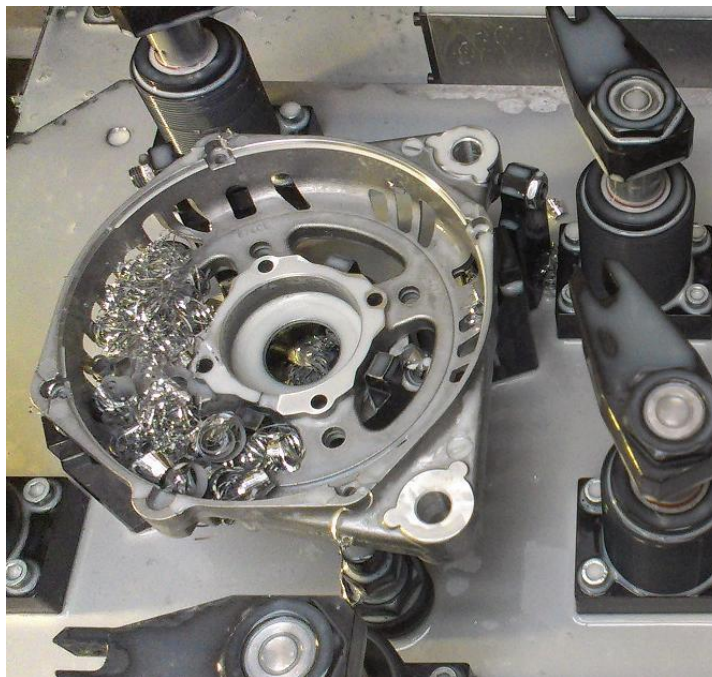
Obr. 3.15 Zbylá plocha po založení odlitku

- Pevný polohovací dotek mířil středem kuličky mimo polohovací plochu, čímž vznikla vysoká pravděpodobnost špatného natočení odlitku v přípravku (obr. 3.16). Tento problém byl také předán MJ Fostron.



Obr. 3.16 Kulička mimo opěrnou plochu.

- Po obrobení na odlitku zůstávaly třísky (obr. 3.17). Řešením tohoto problému je přidání lamačů třísek na břity nástrojů pro střední průměry.



Obr. 3.17 Zbylé třísky v odlitku.

3.4 2. Vzorkování

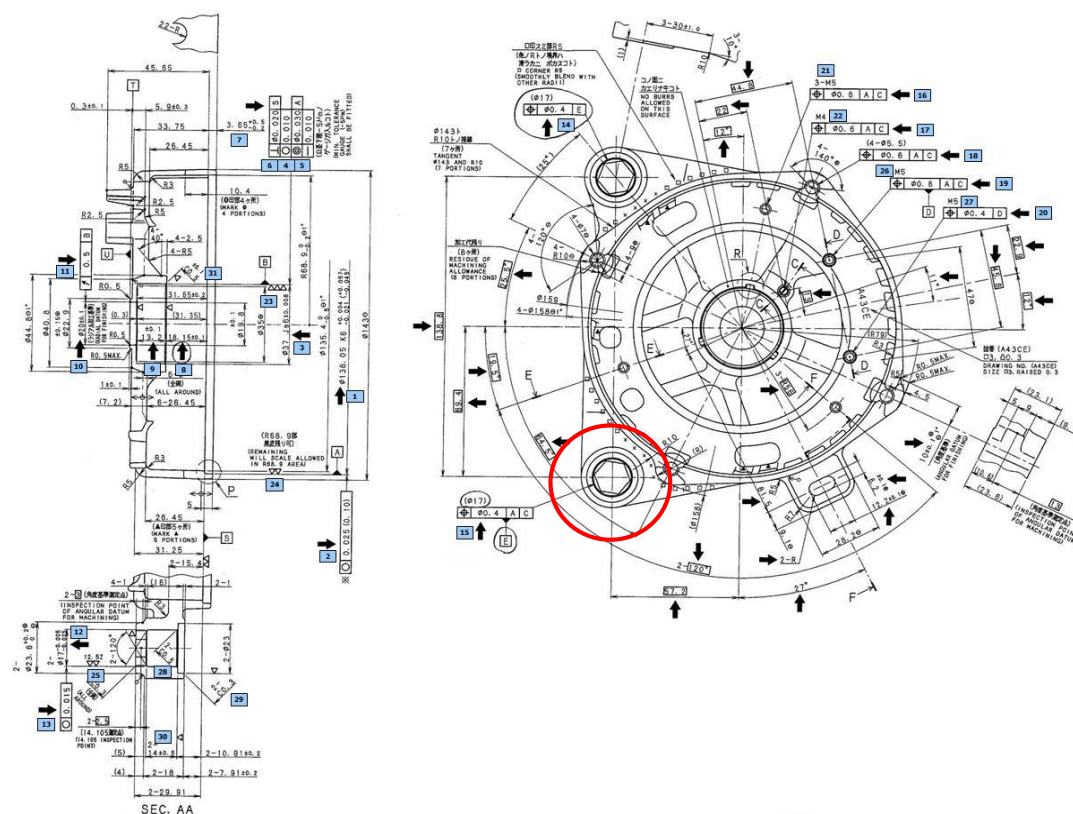
Odlitek Bracket rear

Po seřízení stroje bylo vyrobeno 8 kusů kvůli ověření stability obrábění mezi otisky. Následně bylo vyrobeno 16 kusů. Po obrobení těchto kusů byl zjištěn problém s nedokonale obrobenou plochou $\varnothing 17$ a výhradně u levého založení a jen u jednoho průměru (obr. 3.18, 3.19).



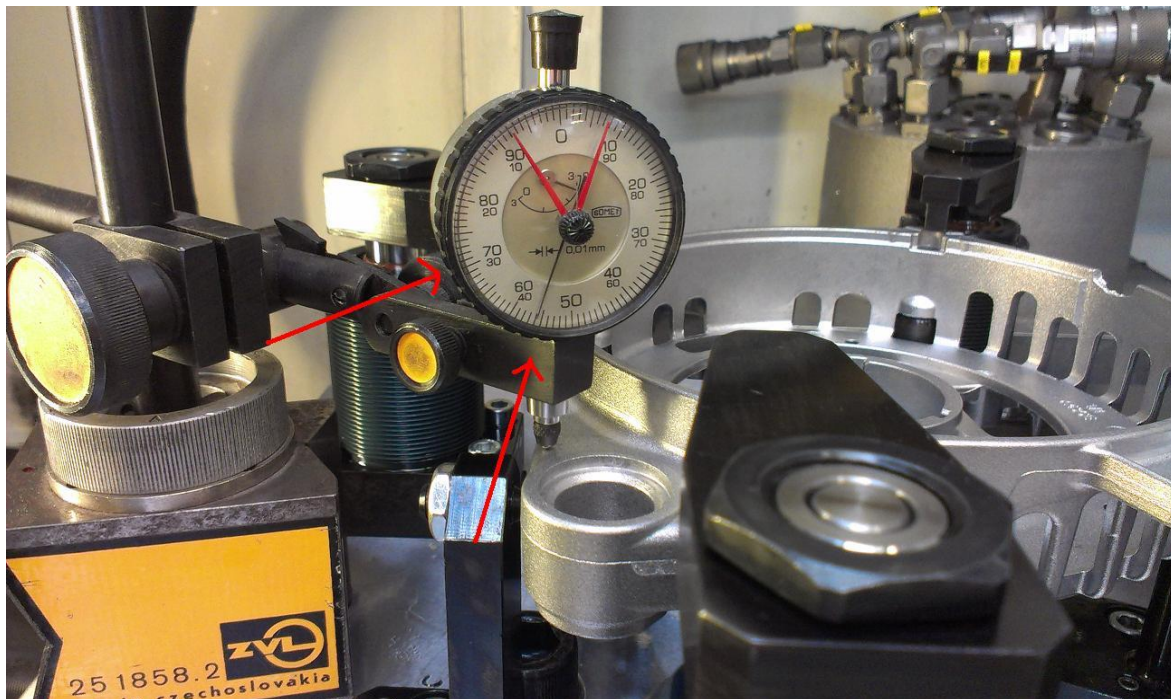
Obr. 3.18 Nedokonale obrobená plocha $\varnothing 17$

SKETCH:



Obr. 3.19 Výkres s označením neúplně obrobené plochy.

Po měření průhybu odlitku pomocí číselníkového úchylkoměru ve stroji bylo zjištěno prohnutí v důsledku upnutí čtvrté upínky. U levého založení byl zjištěn průhyb cca 0,15 mm a u pravého založení byl menší cca 0,08 – 0,1 mm.

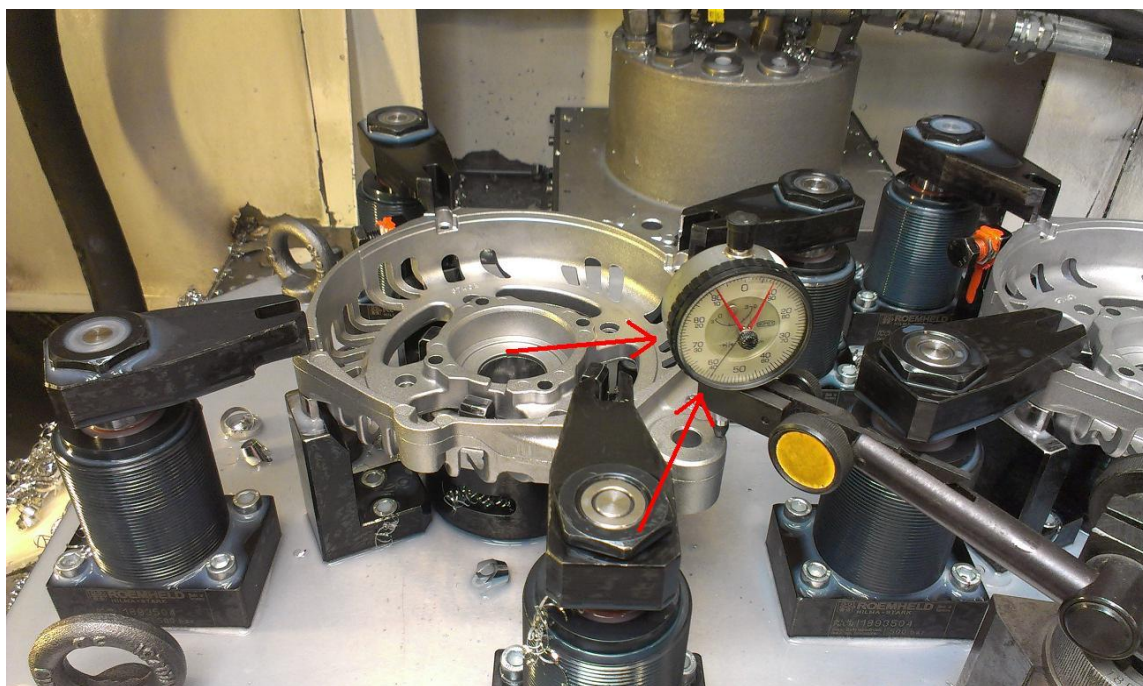


Obr. 3.20 Prohnutí po upnutí čtvrté upínky.

Po snížení tlaku hydrauliky ze 120 barů na 80 barů přestaly upínky upínat. Po seřízení zpožděvačů na přípravku byl naměřen u levého založení menší průhyb cca 0,1 mm. Bohužel zkoušky s menším tlakem byly nevyhovující, upínky už neupínaly vůbec, nebo nefungovalo zpoždění, takže podpěry pod upínkami vyjížděly s upínkami zároveň. Průhyb je nejspíše způsoben tím, že upínka přetlačí podpěru, která přijede k odlitku zdola a má jej podepřít. Kvůli tomuto prohnutí nevycházelo více průměrů a náměry byly nestabilní, a proto bylo vzorkování ukončeno. Nejvíce nestabilní byl průměr $\varnothing 138,05$ K6, jeho kruhovitost, souosost s menším průměrem, rovinnost i výška 3,65 mm k hraně odlitku se v různých částech pohybovala v řádech desetin milimetru.

Odlitek Bracket front

Po seřízení stroje bylo vyrobeno 40 kusů. U tohoto odlitku byl také naměřen průhyb cca 0,15 mm po upnutí čtvrté upínky. V důsledku prohnutí nevycházelo více rozměrů a výsledky náměrů byly nestabilní. Problém je podrobněji popsán již u odlitku Bracket rear.

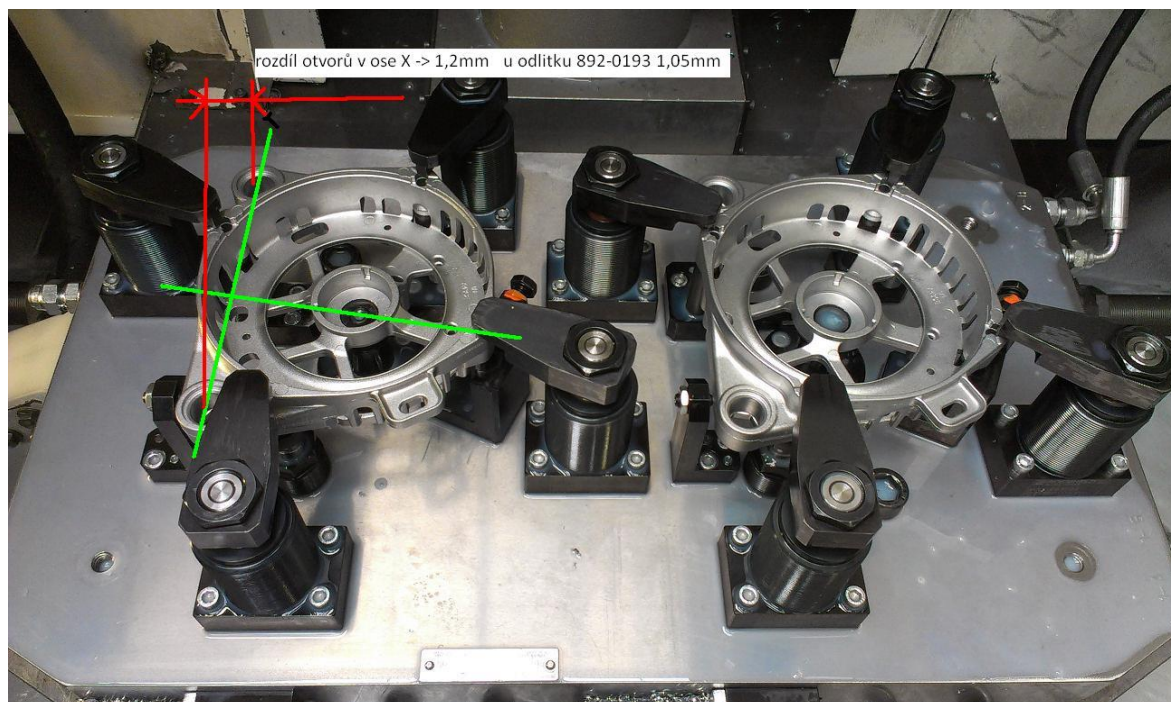


Obr. 3.21 Prohnutí po upnutí čtvrté upínky.



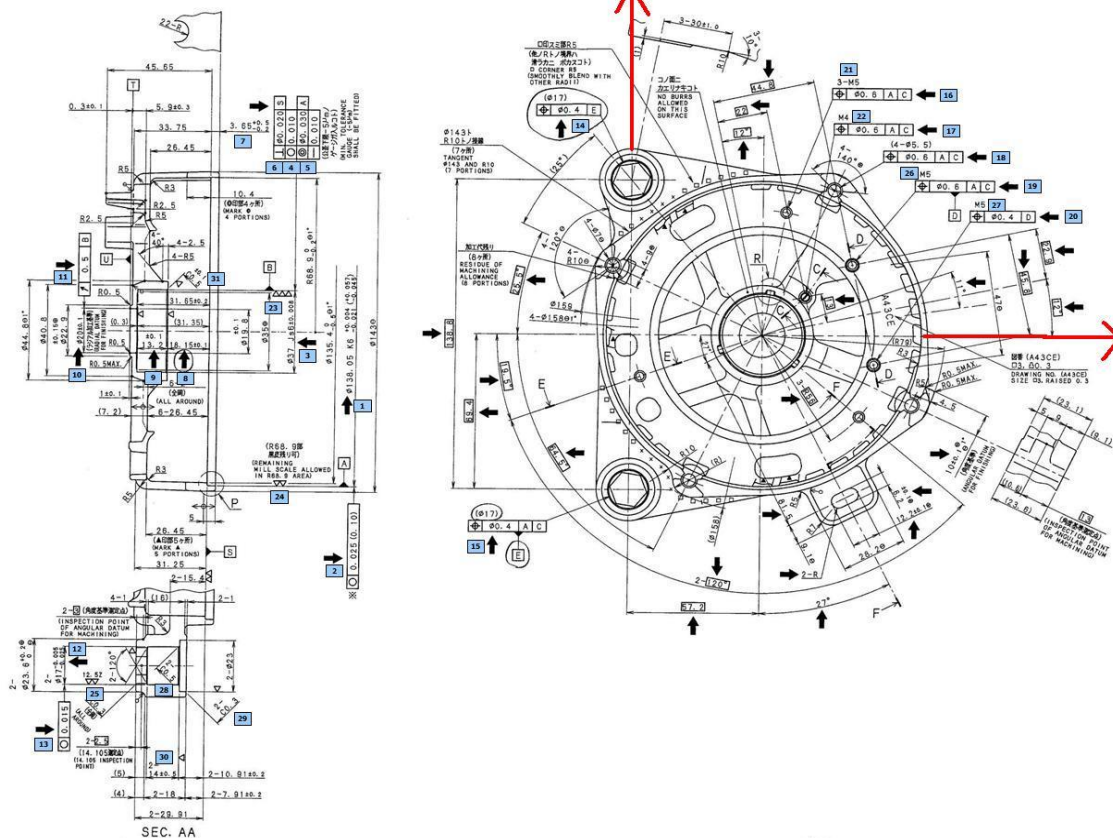
Obr. 3.22 Rozdíl obrobených ploch zapříčiněný prohnutím.

Dalším problémem zjištěným při tomto vzorkování bylo nedodržení polohování kusů v přípravku podle výkresu. Odlitky byly sice v obou založení hodně natočené, ale nedodržují osy dané výkresem. Rozdíl v poloze otvoru v ose x je až 1,2 mm. Natočení odlitků souvisí i s polohou závitů a upravit polohu všech závitů tak, aby odpovídala výkresu, je práce na několik hodin a vytváření seřizovacích zmetků, což je pro sériovou výrobu nepřijatelné.



Obr. 3.23 Chybné natočení odlitku v přípravku.

SKETCH:

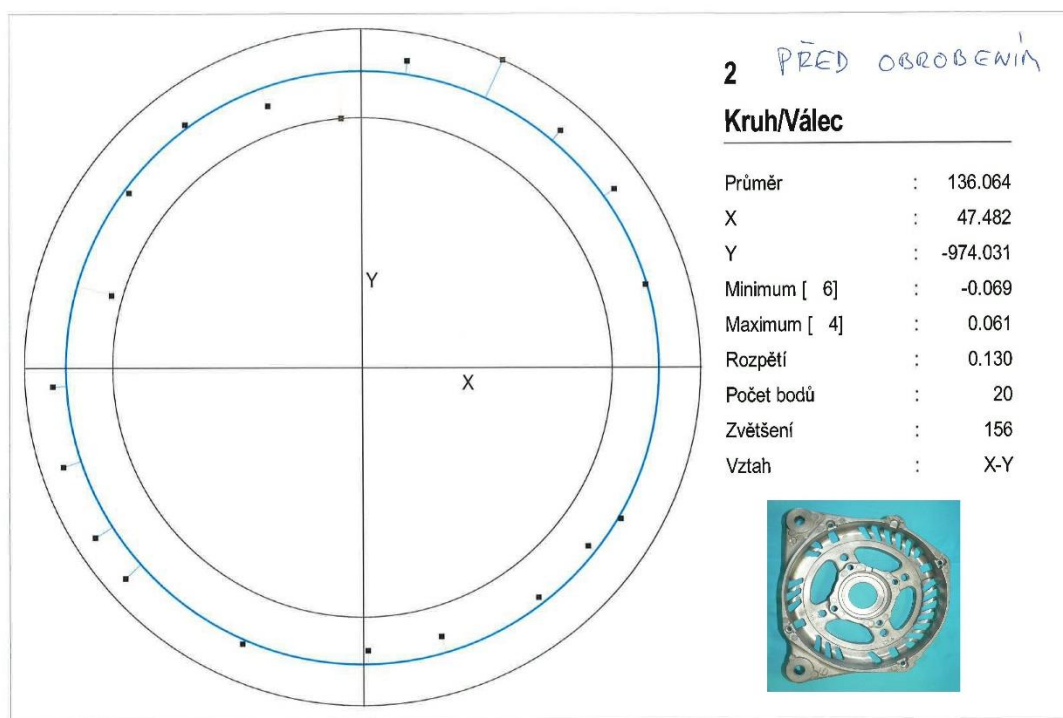


Obr. 3.24 Znázornění řídících os odlitku.

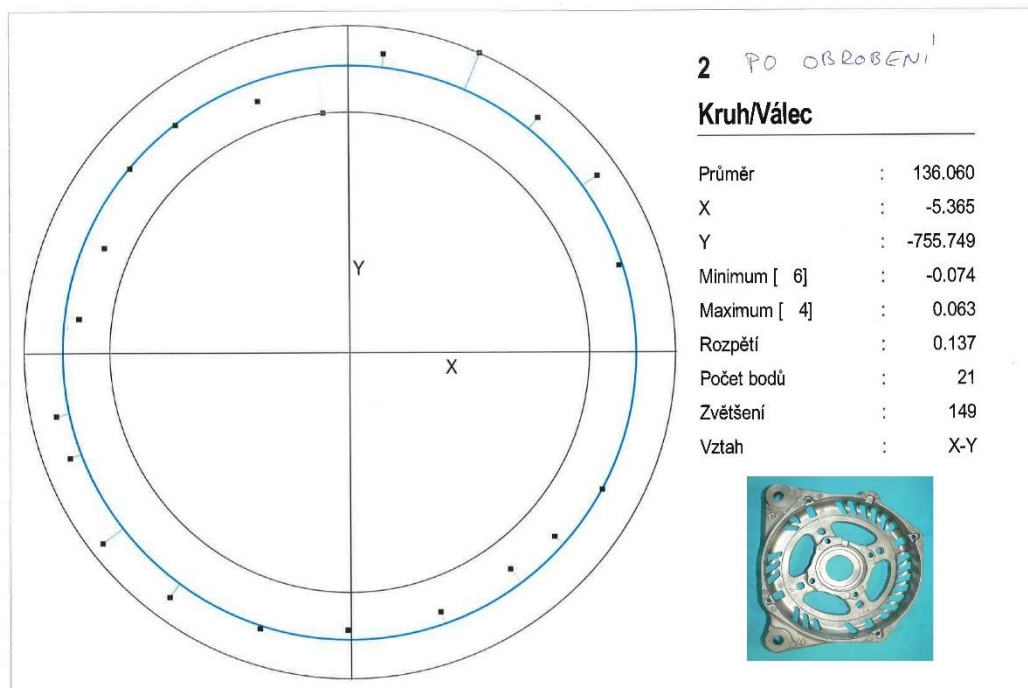
Nakonec byl změřen rozdíl teploty po obrobení a po upnutí do 3D kontrolního zařízení. Po obrobení byla teplota odlitku 28°C a v 3D kontrolním zařízení 23 – 24°C.

3.5 3. Vzorkování

Stále se objevuje problém s kruhovitostí dvou hlavních průměrů. Poslední úpravou přípravku, kdy jedna upínka tlačila kus v jednom místě cca o 0,10 – 0,15 mm, se podařilo tuto deformaci eliminovat. Nyní naměřeno cca 0,01 – 0,02 mm. Kruhovitost stále neodpovídá toleranci, u odlitku Bracket rear se pohybujeme v rozmezí 0,09 – 0,17 mm a tolerance je pouze 0,10 mm. U odlitku Bracket front bylo naměřeno 0,06 – 0,10 mm, ale tolerance je pouze 0,05 mm. Byla provedena zkouška, zda nedochází k deformaci vlivem uvolnění vnitřního pnutí v odlitku po obrobení. Měřena kruhovitost předlitého průměru odlitku s vyhodnocením tvaru odlitku na průměru v hloubce 1 mm pod obráběným průměrem $\varnothing 138,05K6$. Z naměřených hodnot před a po obrobení vychází, že se odlitek vlivem oslabení stěny obrobením nedeformuje, takže k žádnému uvolnění vnitřního napětí nedochází.

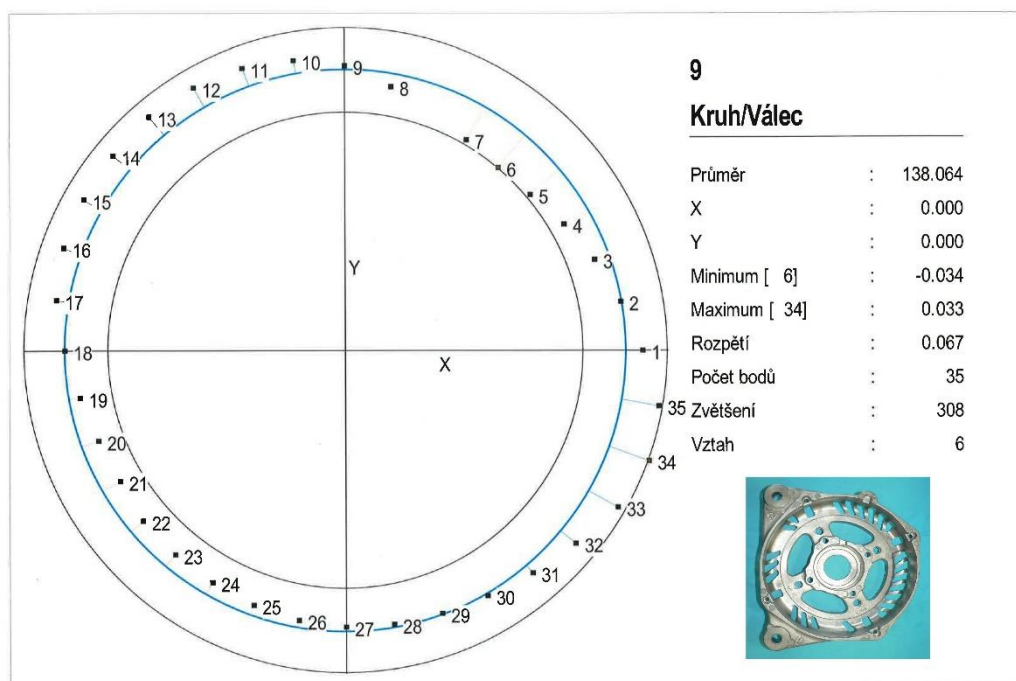


Obr. 3.25 Kruhovitost odlitku před obrobením.



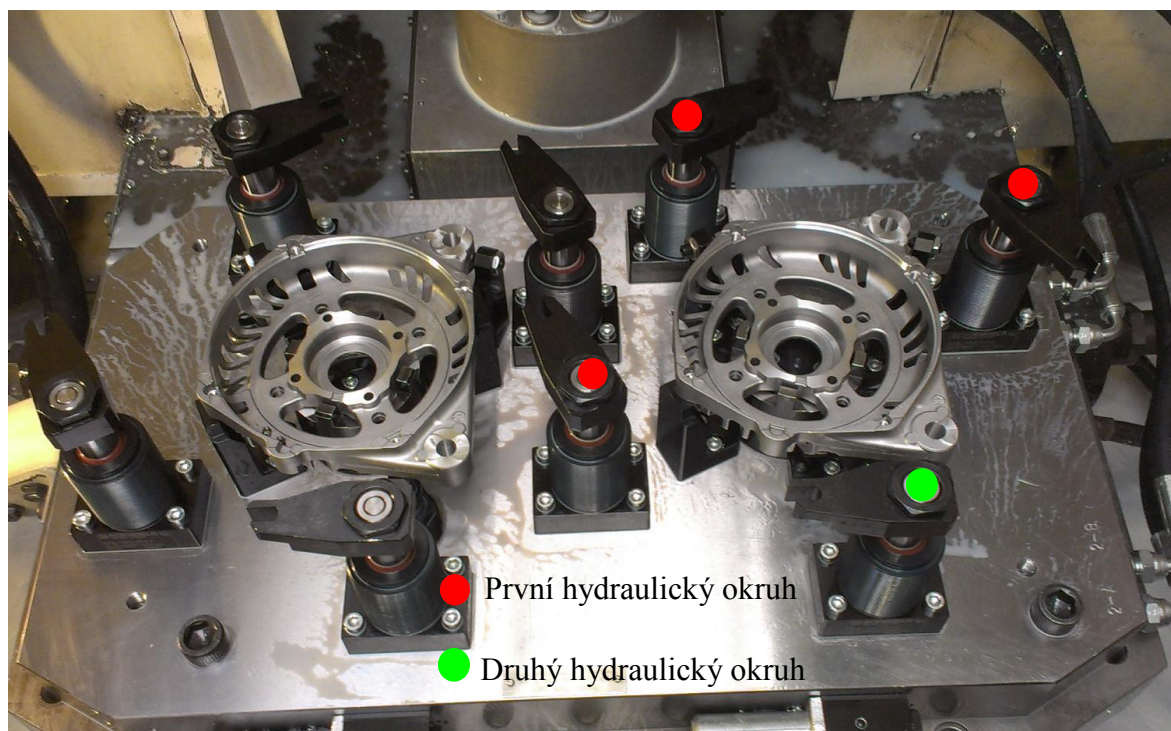
Obr. 3.26 Kruhovitost odlitku po obrobení.

K deformaci dochází pouze na určitých místech, jak to vyplývá z měření kruhovitosti odlitku (Obr. 3.27).



Obr. 3.27 Znázornění naměřené kruhovitosti.

Poté byly provedeny zkoušky obrábění s různými tlaky upínací hydrauliky. Bylo zjištěno, že kruhovitosť je přímo úměrná tlaku v prvním okruhu, kdy je obrobek upínán třemi upínkami. Avšak pro dosažení kruhovitostí z 0,06 – 0,10 mm na 0,025 – 0,065 mm musel být snížen tlak v prvním okruhu na 55 – 60 barů. To ale přestaly vyjíždět podpěry pod čtvrtou upínkou. Dobré kusy byly tedy vyráběny s odmontovanou čtvrtou upínkou a upínáním pouze třemi upínkami, s jednou polovinou kusu nezpevněnou.



Obr. 3.28 Znázornění hydraulických okruhů.

Tab. 3.4 Bracket front náměry kruhovitostí $\varnothing 138,05K6$ a $\varnothing 47M6$ při upínacím tlaku 60 barů.

	Otisk č. 1		Otisk č. 2		Otisk č. 3		Otisk č. 4	
číslo kusu	$\varnothing 138,05K6$	$\varnothing 47 M6$	$\varnothing 138,05K6$	$\varnothing 47 M6$	$\varnothing 138,05K6$	$\varnothing 47 M6$	$\varnothing 138,05K6$	$\varnothing 47 M6$
	tol. 0,05	tol. 0,01	tol. 0,05	tol. 0,01	tol. 0,05	tol. 0,01	tol. 0,05	tol. 0,01
1	0,0252	0,0064	0,0490	0,0090	0,0365	0,0116	0,0313	0,0096
2	0,0374	0,0100	0,0518	0,0102	0,0318	0,0093	0,0450	0,0090
3	0,0394	0,0043	0,0528	0,0083	0,0205	0,0065	0,0423	0,0070
4	0,0271	0,0089	0,0451	0,0083	0,0350	0,0080	0,0299	0,0073
5	0,0289	0,0081	0,0315	0,0102	0,0648	0,0117	0,0238	0,0086
6	0,0353	0,0103	0,0355	0,0090	0,0266	0,0087	0,0276	0,0093
7	0,0280	0,0080	0,0471	0,0096	0,0648	0,0122	0,0267	0,0149
8	0,0373	0,0071	0,0579	0,0069	0,0653	0,0106	0,0592	0,0122
9	0,0314	0,0078	0,0490	0,0065	0,0318	0,0058	0,0239	0,0072
10	0,0369	0,0101	0,0461	0,0120	0,0257	0,0077	0,0246	0,0094

Červeně zvýrazněné špatně obrobene rozměry.

U odlitku rear Bracket se objevil stejný problém. Zde je ovšem tolerance větší a stačilo snížit tlak prvního okruhu na cca 70 – 80 barů, aby byla kruhovitost v toleranci na cca 0,05 mm.

Tab. 3.5 Bracket rear náměry kruhovitostí při upínacím tlaku prvního okruhu cca 70 – 80 barů.

	Otisk č.1		Otisk č.2		Otisk č.3		Otisk č.4	
číslo kusu	ø138,05K6	ø37 js6	ø138,05K6	ø37 js6	ø138,05K6	ø37 js6	ø138,05K6	ø37 js6
	tol. 0,10	tol. 0,01	tol. 0,10	tol. 0,01	tol. 0,10	tol. 0,01	tol. 0,10	tol. 0,01
1	0,0521	0,0114	0,0454	0,0107	0,0496	0,0094	0,0544	0,0093
2	0,0422	0,0113	0,0423	0,0078	0,0375	0,0075	0,0370	0,0090
3	0,0483	0,0074	0,0360	0,0094	0,0420	0,0082	0,0400	0,0074
4	0,0504	0,0097	0,0355	0,0110	0,0490	0,0090	0,0403	0,0093
5	0,0390	0,0080	0,0465	0,0097	0,0465	0,0100	0,0410	0,0100
6	0,0698	0,0082	0,0445	0,0079	0,0437	0,0113	0,0778	0,0060
7	0,0475	0,0116	0,0420	0,0080	0,0429	0,0088	0,0420	0,0086
8	0,0570	0,0115	0,0307	0,0107	0,0426	0,0077	0,0421	0,0104
9	0,0618	0,0112	0,0386	0,0074	0,0538	0,0135	0,0375	0,0093
10	0,0491	0,0096	0,0376	0,0096	0,0393	0,0075	0,0283	0,0092

Červeně zvýrazněné špatně obrobené rozměry.

Bylo zjištěno, že u obou kusů nevyhází také kruhovitost menšího průměru, kde se pohybujeme v tisícinách na hraně tolerance. Předchozím měřením bylo zjištěno, že kruhovitost menšího průměru je přímo úměrná kruhovitosti velkého. Tedy deformacím během obrábění. Cílem je používat stejný tlak hydrauliky na strojích cca 150 barů a tím předcházet možným problémům při opakovaných nasazení v závislosti na špatném seřízení.

4 TPV DOKUMENTACE PRO VÝROBU

Technologický postup, operační návodky a kontrolní postup byli vytvořeny podle vnitřních předpisů a zvyklostí firmy MOTOR JIKOV Slévárenská a.s.. Nacházejí se v přílohách:

- Příloha č.5 – Technologický postup Bracket front
- Příloha č.6 – Technologický postup Bracket rear
- Příloha č.7 – Operační návodka Bracket front
- Příloha č.8 – Operační návodka Bracket rear
- Příloha č.9 – Kontrolní postup Bracket front
- Příloha č.10 – Kontrolní postup Bracket rear

5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

5.1 Stanovení výrobních časů

Strojní čas byl stanoven pomocí programu v tabulkovém editoru Microsoft Excel, který dodává výrobce strojů (obr. 5.1, 5.2). Program počítá strojní časy pomocí známého vzorce z dráhy nástroje, posuvové rychlosti a počtu třísek [9].

$$t_{AS} = \frac{L \cdot i}{v_f} \quad (5.1)$$

Kde: t_{AS} – jednotkový strojní čas [min]

L – dráha nástroje [mm]

i – počet třísek [-]

v_f – posuvová rychlost [mm·min⁻¹]

Dráha nástroje je stanovena z délky náběhu a přeběhu a délky obráběné plochy. Posuvová rychlost se po celé dráze nástroje konstantní [9].

$$L = l_n + l + l_p \quad (5.2)$$

Kde: L – dráha nástroje [mm]

l_n – délka náběhu [mm]

l – délka obráběné plochy [mm]

l_p – délka přeběhu [mm]

Posuvová rychlost je stanovena z posuvu na otáčku a otáček nástroje [9].

$$v_f = n \cdot f \quad (5.3)$$

Kde: v_f – posuvová rychlost [mm·min⁻¹]

n – otáčky nástroje [min⁻¹]

f – posuv na otáčku [mm]

Otáčky nástroje jsou vypočteny za vztahu pro řeznou rychlost:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} \quad (5.4)$$

Kde: n – otáčky nástroje [min^{-1}]

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

D – průměr nástroje [mm]

Vzorový výpočet otáček a kusového času pro obrábění stupňovým nástrojem s největším průměrem $\varnothing 138,05 \text{ mm}$:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 450}{\pi \cdot 138,5} = 1037,9 \div 1038 \text{ min}^{-1}$$

$$t_{AS} = \frac{(14 + 4)}{415} = 0,043 \text{ min} = 2,6 \text{ s}$$

Výpočet kusového času DZ 15 W High Speed Md = 90 Nm

chiron

CNC-Fertigungszentren

Zákazník: MITSUBISHI		Poptávka č.:		Vstupní data pro DZ 15 W High Speed Md = 90 Nm														
Obrobek: BRACKET FRONT		Výkres č.: JA644A874		Max. otáčky 12000 U/min														
Materiál: Al2026		Vstupní stav: ODLITEK		Výměna nástr. třískatříska - DIN 2,1 sec														
Výpracoval: V. Urbanek		Telefon:		Výměna nástroje při - n=max. 4,4 sec														
Datum: 26.11.2013		Telefax:		X - Y osa Z - osa														
Odstup mezi 2 obrobky:		250 mm		Pojezdová rychlost 60 60 m/min														
Počet stejně upnutých kusů pro vřeten:		1 kusy		Zrychlení 10,0 10,0 m/sec²														
Upnutí obrobků:				Počet vřeten 2														
1.-strana stolu: 2 kusy v přípravku				Čas výměny třískatříska														
Popis operace		Zadání pro obrobek		Náběh Nástroj														
Nás. číslo	Nástroj	Pojezdy Z	X-Y	Počet oper.	Nás. Ø	V m/min	L mm	s' mm/U	So sec	f mm/min	n U/min	th sec	X-Y sec	Z sec	čas otáček sec	čas výměna sec	th+tn sec	
1. Strana stolu																		
T01 PKD tvarová fréza pro D47/D138.05																		
100	100	1	138,050	450	18,0	0,400			415		1038	2,6	0,3	0,5	0,0	2,1	5,5	
T02 PKD tvarová fréza pro D10.6/D35																		
100	100	2	35,000	1100	26,0	0,250			2501		10004	1,2	0,5	1,0	1,6	2,1	6,5	
T03 TK závitník M5																		
100	100	4	5,000	60	30,0	0,800			3056		3820	2,4	1,0	2,1	0,2	2,1	7,8	
4. osa - počet otáčení										0	2,0							0,0
Kontrola opotřebení nástroje (když 0 není počítán)										0	2,0							0,0
Čas pro přesazení										0	0,0							
Celkový součet času																		19,8
Cyklový čas celkový - pro:										2 dílec(e)		19,8 sec						
Kusový čas:												9,9 sec						
Pracovních dní / rok										300 dní/rok								
Kusový výkon za hod. při využití:										100 %		383 kusů/hod.						
Kusový výkon za hod. při využití:										85 %		309 kusů/hod.						
Efektivní kusový výkon / den při										22,0 hod./den		8795 kusů/den						
Efektivní kusový výkon / rok při										6600 hod./rok		2038495 kusů/rok						

Obr. 5.1 Výstup z programu od výrobce strojů s hodnotami pro odlitek Bracket front.

Výpočet kusového času DZ 15 W High Speed Md = 90 Nm

chiron

CNC-Fertigungszentren

Zákazník:	MITSUBISHI	Poptávka č.:		Vstupní data pro	DZ 15 W High Speed Md = 90 Nm												
Obrobek:	BRACKET REAR	Výkres č.:	JA645AA43	Max. otáčky	12000 U/min												
Materiál:	Al226	Vstupní stav:	ODLITEK	Výměna nástr./tríska/tríska - DIN	2,1 sec												
Vypracoval:	V.Urbánek	Telefon		Výměna nástroje při - n=max.	4,4 sec												
Datum:	25.11.2013	Telefax		X - Y osa	Z - osa												
Odstup mezi 2 obrobky:	250 mm			Pojezdová rychlost	60 60 m/min												
Počet stejně upnutých kusů pro vřeten:	1 kusy			Zrychlení	10,0 10,0 m/sec²												
Upnutí obrobků:	1.-strana stolu: 2 kusy v přípravku			Počet vřeten	2												
Popis operace	Zadání pro obrobek				Čas výměny tríska/tríska												
Nás. Nástroj	Pojezdy	Počet	Nás.	V	L	s'	So	f	n	th	X-Y	Z	Náběh	Nástroj	th+tn		
číslo	Popis	Z	X-Y	oper.	Ø	m/min	mm	mm/U	sec	mm/min	U/min	sec	sec	čas	čas	sec	
1. Strana stolu																	
T01 PKD tvarová fréza pro D37/D138.05																	
	100	100	1	138,050	450	16,0	0,400		415		1038	2,3	0,3	0,5	0,0	2,1	5,2
T02 PKD tvarová fréza pro D17/D23																	
	100	100	2	23,000	725	18,0	0,250		2508		10034	0,9	0,5	1,0	1,6	2,1	6,1
T03 TK závitník M4																	
	100	100	1	4,000	60	20,0	0,700		3342		4775	0,4	0,3	0,5	0,4	2,1	3,6
T04 TK závitník M5																	
	100	100	5	5,000	60	20,0	0,800		3056		3820	2,0	1,3	2,6	0,2	2,1	8,2
4. osa - počet otáčení																	
							0	2,0									0,0
Kontrola opotřebení nástroje (když 0 není počítán)																	
							0	2,0									0,0
Čas pro přesazení																	
							0	0,0									0,0
Celkový součet času																	
23,1																	
Cyklový čas celkový - pro: 2 dílec(e) 23,1 sec																	
Kusový čas: 11,6 sec																	
Pracovních dní / rok 300 dní/rok																	
Kusový výkon za hod. při využití: 100 % 311 kusů/hod.																	
Kusový výkon za hod. při využití: 85 % 264 kusů/hod.																	
Efektivní kusový výkon / den při 22,0 hod./den 5819 kusů/den																	
Efektivní kusový výkon / rok při 6600 hod./rok 1745621 kusů/rok																	

Obr. 5.2 Výstup z programu od výrobce strojů s hodnotami pro odlitek Bracket rear.

Tab. 5.1 Celkové výrobní časy a výkony.

	Bracket rear	Bracket front
Kusový čas [min]	0,165	0,193

5.2 Kapacitní využití stroje

Kapacitní využití udává kolik odlitků lze obrobit za hodinu, den a kolik dní je potřeba pro výrobu celé série (tab. 5.2).

Tab. 5.2 Kapacitní využití stroje.

	Bracket rear	Bracket front
Kusový výkon za hodinu při 100% využití	363	311
Kusový výkon za hodinu při 85% využití	309	264
Efektivní kusový výkon za den	6795	5819
Počet dní pro výrobu série	45	52

5.3 Spotřeba energie

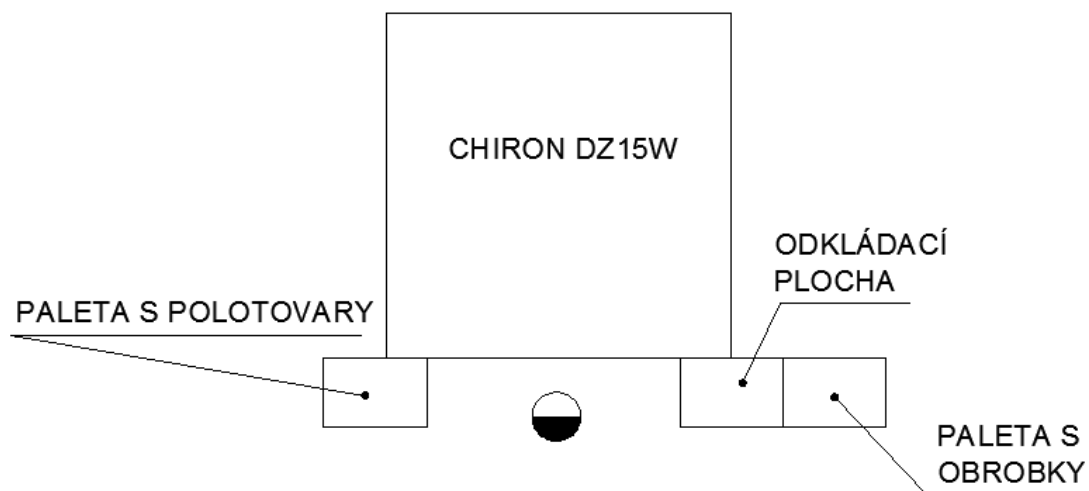
Při celkovém příkonu stroje 20 kW bude celková spotřeba energie potřebná pro obrobení součástí (tab. 5.3)

Tab. 5.3 Spotřeba energie pro obrábění.

Spotřeba energie na 1 hodinu chodu stroje [kWh]	20
Spotřeba energie na 1 den provozu stroje (22 hodin) [kWh]	440
Celková spotřeba energie pro výrobu obou sérií [kWh]	42 680

5.4 Plocha pracoviště

Plochu potřebnou pro pracoviště vypočítáme sečtením plochy zabírané strojem, paletami pro polotovary a obrobky a odkládací plochy (obr. 5.3, tab. 5.4).



Obr. 5.3 Schéma rozložení pracoviště.

Tab. 5.4 Celková plocha potřebná pro pracoviště [7,].

Plocha stroje [m ²]	14,9
Plocha palety s polotovary [m ²]	1,1
Plocha palety s obrobky [m ²]	1,1
Odkládací plocha [m ²]	1
Celková plocha pracoviště [m ²]	18.1

6 DISKUZE

Výroba musí po odzkoušení probíhat bez problémů, proto po výše zmíněných vzorkováních proběhnou ještě další, aby se předešlo zbytečným problémům při výrobě. Sériová výroba těchto součástí by měla začít v srpnu tohoto roku.

Největší překážkou při technické přípravě výroby byl příliš velký upínací tlak, který při upnutí prohnul součást, a výsledné rozměry neodpovídaly tolerancím. Tento problém byl vyřešen přidáním regulačního ventilu, který snižuje tlak ve druhém hydraulickém okruhu, tudíž odlitek se již neprohýbal.

ZÁVĚR

Hlavní výstupy práce:

- Polotovarem jsou tlakové odlitky,
- Nástroje s PKD bříty byly speciálně vyrobeny pro tyto součásti,
- Strojem bylo zvoleno CNC obráběcí centrum Chiron DZ15X s otočným stolem,
- Hlavním problémem při vzorkování byl příliš vysoký tlak v druhém hydraulickém okruhu tento problém byl vyřešen přidáním regulačního ventilu do tohoto okruhu,
- Kusový strojní čas pro odlitek Bracket rear je 0,165 min (9,9 s) a pro odlitek Bracket front 0,193 min (11,6 s)
- Pro výrobu obou sérii je potřeba 97 dní.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Profil strojírenské skupiny. *MOTOR JIKOV Group* [online]. 2014 [vid. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.motorjikov.com/motor-jikov-group/profil-strojirenske-skupiny/>
2. LICHÝ, Petr a Tomáš ELBEL. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - FAKULTA METALURGIE A MATERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ. *Speciální metody výroby odlitků*. 2008. Dostupné z: http://www.fmfi.vsb.cz/export/sites/fmfi/cs/studium-a-vyuka/studijni-opory/632-Lichy-Specialni_metody.pdf
3. ROUČKA, Jaromír. Metalurgie neželezných slitin. 1. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 148 s. ISBN 80-214-2790-6.
4. Řezné podmínky při obrábění. In: *Technologie III* [online]. 2001 [vid. 2015-05-27]. Dostupné z: http://www.kom.tul.cz/soubory/tob_rp.pdf
5. ČECH, J., ZEMČÍK, L., PALÁN, K., BAŘINOVÁ, D. Možnosti experimentu a simulace při stanovování jakostních charakteristik u litin a vad u tlakově litéch odlitků. *Slévárenství*, č. 8 - 9, 2002, str. č. 305 – 311.
6. Chiron DZ15W. Motor Jikov [online]. [vid. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.motorjikov.com/wp-content/uploads/2014/02/Chiron-DZ-15W-.jpg>
7. CHIRON. 2014. Chiron 15 Series [online]. 24 s. [vid. 2015]. Dostupné také z: http://www.chiron.de/fileadmin/pdf/baureihe15/GB_BR15_Prospekt.pdf
8. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
9. KOCMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
10. DVOŘÁK, Luděk. *Řezné nástroje - novinky z MSV* [online]. 2014 [vid. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/rezne-nastroje-novinky-z-msv.html>
11. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
12. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

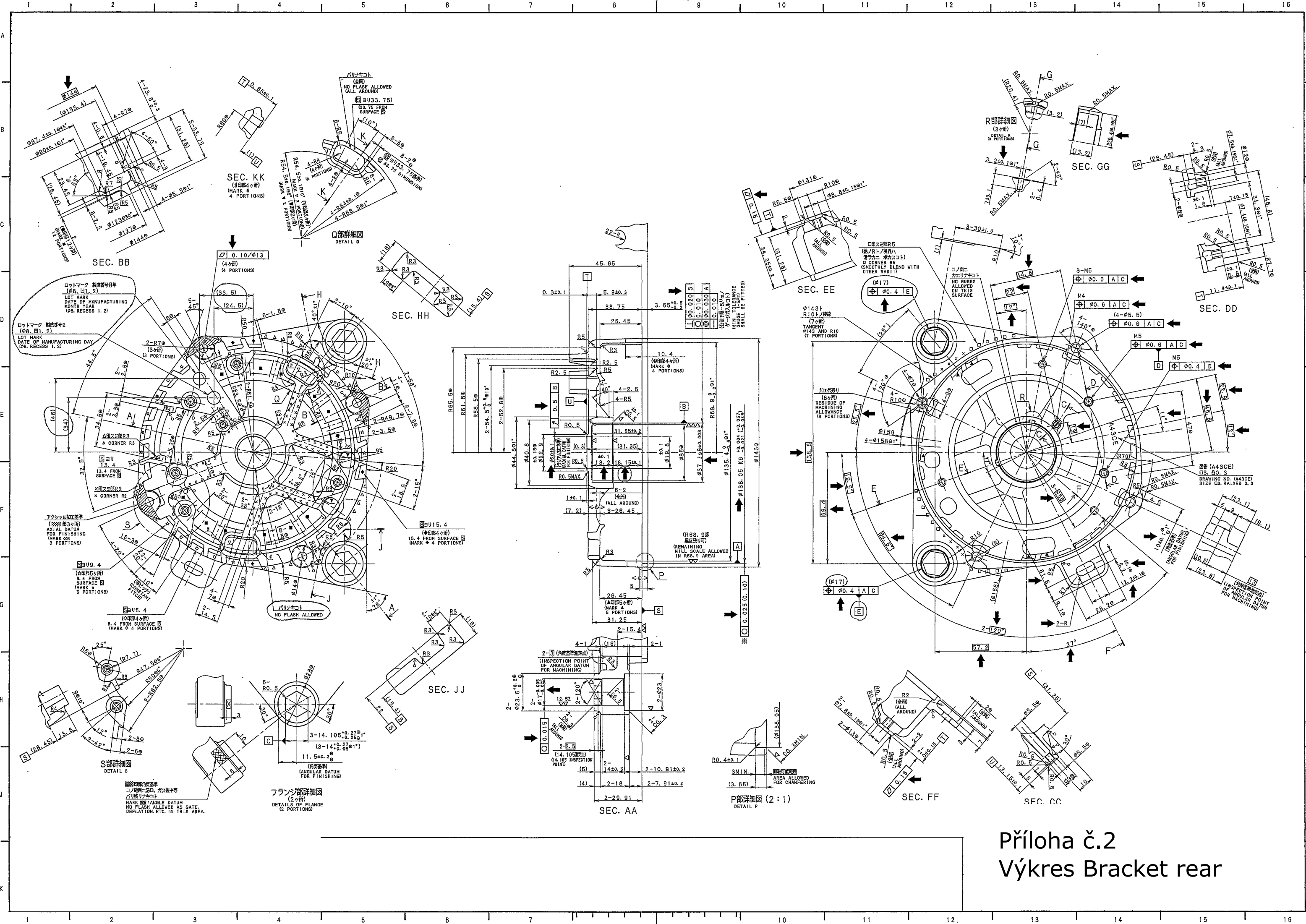
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
CNC	[-]	computer numeric control
HB	[-]	tvrdost dle Brinella
PKD	[-]	polykrystalický diamant
SK	[-]	slinutý karbid

Symbol	Jednotka	Popis
R_a	[μm]	střední aritmetická hodnota drsnosti
f	[mm]	posuv na otáčku
n	[min ⁻¹]	otáčky
v_c	[m.min ⁻¹]	řezná rychlost

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Výkres Bracket front
Příloha 2	Výkres Bracket rear
Příloha 3	Výkres stupňového výstružníku $\varnothing 37 / \varnothing 45 / \varnothing 138,5$
Příloha 4	Výkres stupňového vrtáku $\varnothing 17 / \varnothing 23$
Příloha 5	Technologický postup Bracket front
Příloha 6	Technologický postup Bracket rear
Příloha 7	Operační návodka Bracket front
Příloha 8	Operační návodka Bracket rear
Příloha 9	Kontrolní postup Bracket front
Příloha 10	Kontrolní postup Bracket rear
Příloha 11	Ukázka NC programu

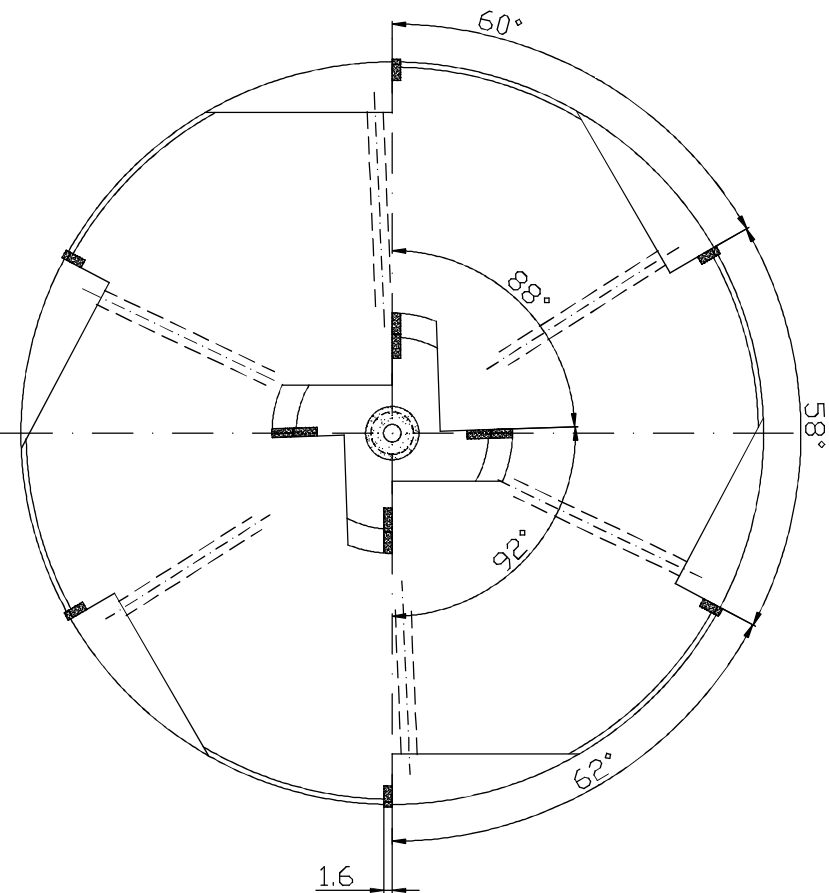
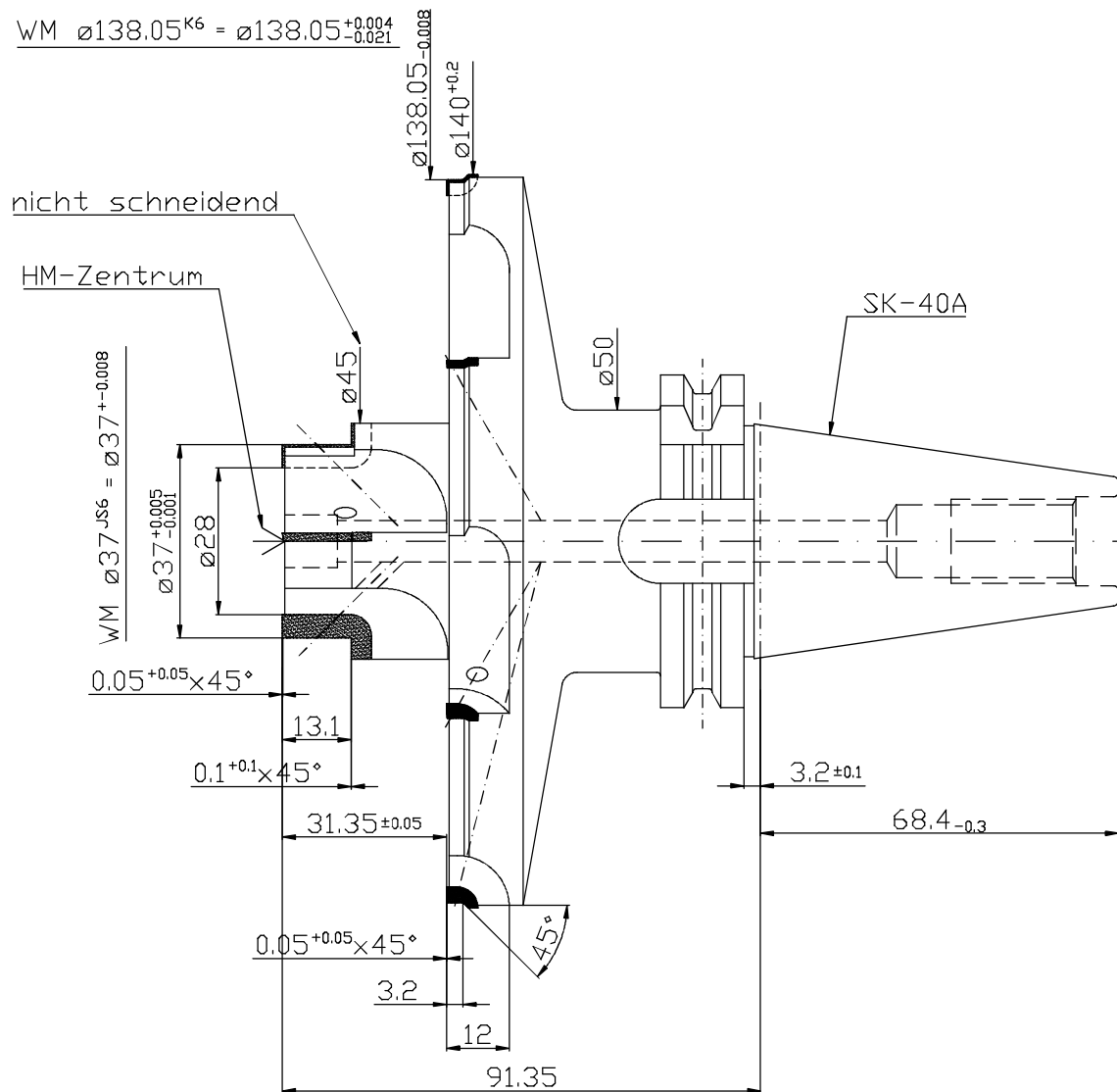


Příloha č.2
Výkres Bracket rear

$$\text{WM } \varnothing 138.05^{K6} = \varnothing 138.05^{+0.004}_{-0.021}$$

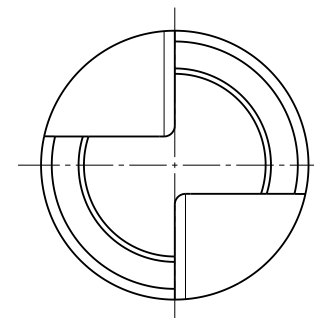
nicht schneidend

HM-Zentrum



XXX | Beschrifteten mit
Z.Nr.
Mon./Jahr

Příloha č.3
Výkres stupňového
výstružníku



Příloha č.4

Výkres stupňového vrtáku

Příloha č. 5 Technologický postup Bracket front

[illegible]

Příloha č.6 Technologický postup Bracket rear

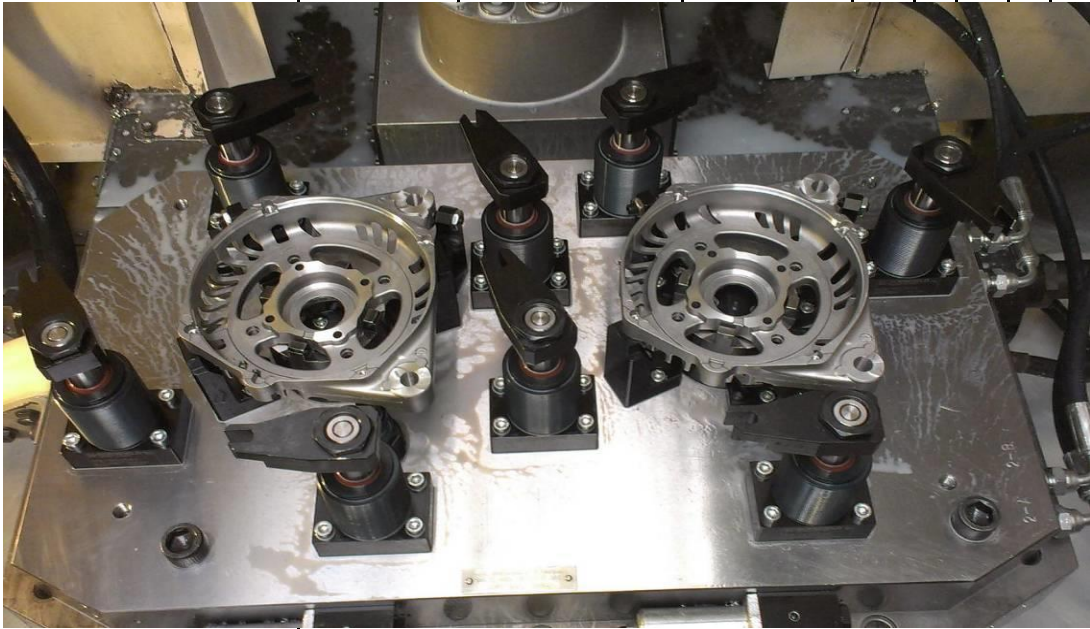
	Výrobek:	Skupina:	Číslo dílu:	Materiál: EN AC 46 000	Rozměr:	Hr. Váha 1ks 383g	List č. 1
Technologický postup	Součást: DRŽÁK ZADNÍ	Číslo výkresu / index:		Číslo materiálu: AI 226	Rozměr pro kus:	Cena m.j.	Celkem listů 5

POŘADÍ OPERACÍ

[illegible]

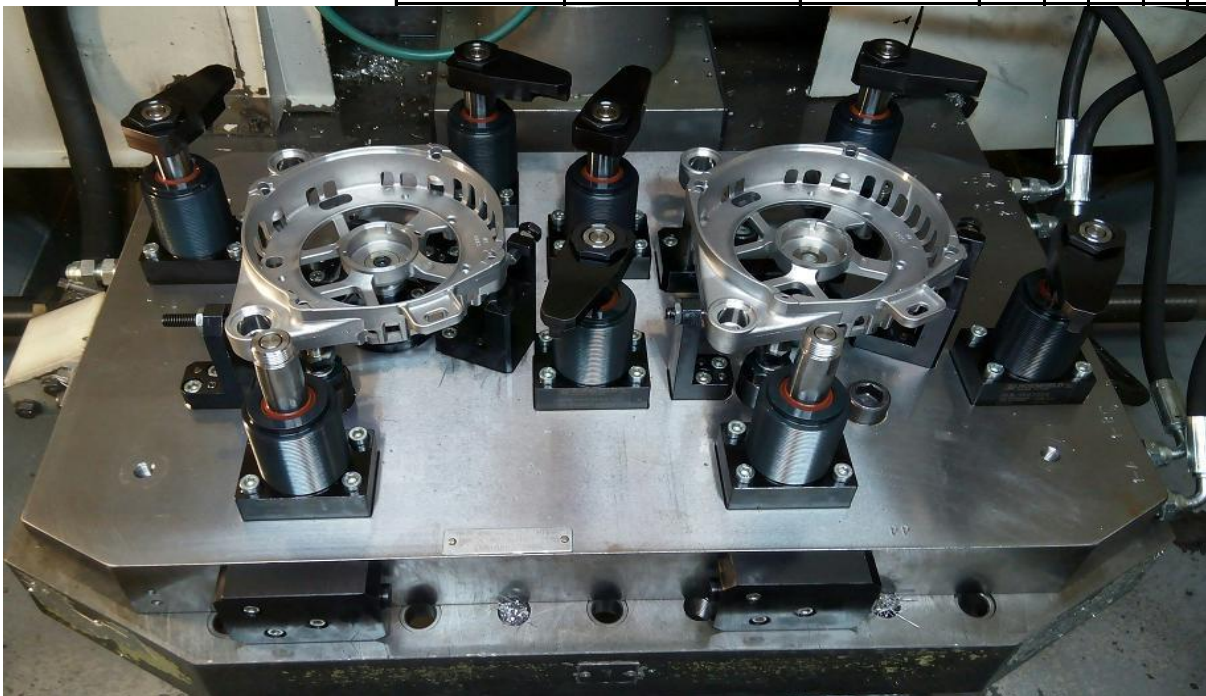
			Změna	Datum	Podpis	Změna	Datum	Podpis
			a)			d)		
			b)			e)		
			c)			f)		

Príloha č.7 Operační návodka Bracket front

Operační návodka pro mechanické opravování 	Výrobek:	č.výk.zák.	Číslo dílu:	Materiál EN AC 46 000	Číslo materiálu: Al 226	Změna - datum - podpis					Čís.operace 05
		ind.		Rozměr:	Rozměr pro ks	a					
	Součásti:	Číslo výkresu:				b					Čís. listu:
				Cena m.j.		Hr váha 1ks 404g	ks na cplt	c			
								d			
Oper. úsek	Čís. práce	Výrobní předpis	Současná oprac kusů-dílů	Norma spotřeby výrobního zařízení pro 1000ks			Stroj				
				Přípravek	Nástroj	Měřidlo	Chiron DZ15 W				
05	45384.0511	OPRACOVAT NA OC CHIRON DZ15 W	2	TS-3-0246	PKD nástroj D47/138	3D	n	s	l	i	v
- založit do přípravku a zapolohovat na zakládací segment orientovaně dle obrázku - zmáčknout páčku pro spuštění cyklu obrábění včetně hydraulického upnutí vizuelně kontrolovat správnost polohy odlitku během upínání hydr. upínek - po odepnutí kus vyjmout, opláchnout v oplachovací vaně a odložit na odkládací stolek - po krátkém okapání kusy ofoukat a odkládat do prostoru pro následnou operaci: Měření 100% vzduchovými kalibry Obsluha stroje kontroluje každé dvě hodiny následující rozměry: 4x závit M5-6H kalibrem Mtz M5-6H V případě neshody zastaví výrobu a informuje Pracovníka TK. Ostatní rozměry kontroluje Pracovník TK. Četnost a rozsah dle Kontrolního plánu. Dbát na čistotu vody v oplachovací vaně! Vodu měnit 2x za směnu + na začátku směny, tedy cca každé 4 hodiny. <u>OCHRANNÉ POMŮCKY :</u> - BRÝLE											
											

Príloha č.8 Operační návodka Bracket rear

Operační návodka pro mechanické opracování 	Výrobek:	č.výk.zák.	Číslo dílu:	Materiál EN AC 46 000	Číslo materiálu: AI 226	Změna - datum - podpis					Čís.operace 05
		ind.		Rozměr:	Rozměr pro ks	a					
	Součásti:	Číslo výkresu:				b					Čís. listu: 2
	DRŽÁK ZADNÍ			Cena		Hr váha 1ks	ks na cplt	c			
				m.j.		383g		d			
				Norma spotřeby výrobního zařízení pro 1000ks			Stroj Chiron DZ15 W				
Oper. úsek	Čís. práce	Výrobní předpis	Současná oprac kusů-dílů	Přípravek	Nástroj	Měřidlo					
05	45384.0511	OPRACOVAT NA OC CHIRON DZ15 W	2	TS-3-0247	PKD nástroj D37/138	3D	n	s	l	i	v
		- založit do přípravku a zapolohovat na zakládací segment orientovaně dle obrázku - zmáčknout páčku pro spuštění cyklu obrábění včetně hydraulického upnutí vizuálně kontrolovat správnost polohy odlitku během upínání hydr. upínek! - po odepnutí kus vyjmout, opláchnout v oplachovací vaně a odložit na odkládací stůl - po krátkém okapání kusy ofoukat a odkládat do prostoru pro následnou operaci: Měření 100% vzduchovými kalibry			PKD vrták D17/D23	Pos. měřítko					
					TK fréza D20z3	Mtz M4 6H					
					TK vrták D4,2	Mtz M5 6H					
					TK závitník M5	Měřidlo drsnosti					
					TK vrták D3,2						
					TK závitník M4						
		Obsluha stroje kontroluje každé dvě hodiny následující rozměry: 5x závit M5-6H kalibrem Mtz M5-6H 1x závit M4-6H kalibrem Mtz M4-6H V případě neshody zastaví výrobu a informuje Pracovníka TK. Ostatní rozměry kontroluje Pracovník TK. Četnost a rozsah dle Kontrolního plánu. Dbát na čistotu vody v oplachovací vaně! Vodu měnit 2x za směnu + na začátku směny, tedy cca každé 4 hodiny. <u>OCHRANNÉ POMŮCKY :</u> - BRÝLE									
	Datum:	Vypracoval:	Schválil:								



Příloha č.9 1/2 Kontrolní plán Bracket front

 MOTOR JIKOV Slévárna a.s.		KONTROLNÍ PLÁN					1/2			
☐ vzorky ☒ ověřovací serie ☐ výroba		Klíčový kontakt / telefon			Datum (původní)		Datum (aktuální)			
Číslo dílu / poslední úroveň změny		index změny (poslední úroveň změny) e		Složení týmu		Schválení konstrukcí zákazníka (datum)				
Název dílu / popis DRŽÁK PŘEDNÍ BRACKET RFONT		Schválení dodavatele / závod / datum			Schválení odd. jakostí zákazníkům / datum (je-li vyžad.)					
Dodavatel / závod MJSL a.s.		Další schálení / datum (je-li vyžad.)			Další schálení / datum (je-li vyžad.)					
Číslo Operace	Název procesu / popis operace	Stroj, zařízení , Přípravek , Nástroje pro výrobu	Klasif. spec. znaku	Metody						Plán reakce
				Specifikace / tolerance výrobku / procesu SZ - specifický znak	Zodpovídá	Rozsah	Četnost	Metoda kontroly	Záznam	
05	Opracování na OC	CHIRON DZ15 W		kontrola níže uvedených rozměrů na 3D programem: 792-0193 SPC 4xM5-6H 4x ⊕ Ø 0,6 A/C Ø 144 10 ± 0,1 2x Ø 10,6 H13 ⊕ Ø 0,4 A/C ⊕ Ø 0,4 B ↗ 0,5 A Ø 136,05 K6 ○ 0,050 2x Ø 47 M6 ⊙ Ø 0,020 A 2x ○ 0,010 — 0,010 29,65± 0,1 14 ^{-0,10} _{-0,25} 3,65 ^{+0,5} _{-0,2} 2x 2,49 ±0,075 — 0,010	Pracovník TK	1 kus z každého založení	První kusy a dále 2x za směnu	3D Mtz M5-6H Měřidlo drsnosti Posuvné měřítko	protokol 3D	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly

Příloha č.9 2/2 Kontrolní plán Bracket front

MOTOR JIKOV Slévárna a.s. KONTROLNÍ PLÁN - pokračování 2/2										
Číslo Operace	Název procesu / popis operace	Stroj, zařízení , Přípravek , Nástroje pro výrobu	Klasif. spec. znaku	Metody						Plán reakce
				Specifikace / tolerance výrobku / procesu	Zodpovídá	Rozsah	Četnost	Metoda kontroly	Záznam	
				SZ - specifický znak						
				kontrola na 3D ve zkráceném programu: 792-0191 závity.DMS	Pracovník TK	1 kus z každého založení	1x za směnu mezi měřeními 792-0191 SPC	3D	protokol 3D	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly
				kontrola na 3D ve zkráceném programu: 792-0193 průměry.DMS	Pracovník TK	1 kus z každého založení	3x za směnu mezi měřeními 792-0191 SPC a 792-0191 závity	3D	protokol 3D	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly
				4x M5-6H 2x Ø 10,6 H13	pracovník provádějící operaci	1 kus z každého založení	první kusy, každé 2 hod. a poslední 3+3ks z výrobní dávky	Mtz M5-6H MT Ø 10,6 H13	bez záznamu	Zastavení výroby, informovat TK přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly
	Kontrola 100%	zkušební zařízení pro 100% kontrolu vzduchovými kalibry		Ø 138,05K6 Ø 47M6 ○ 0,1 ○ 0,01 ◎ Ø 0,020 A	pracovník provádějící operaci	1 kus z každého založení	100%	vzduchovými kalibry	bez záznamu	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje
10	Výstupní kontrola			Balení dle TP Dílec bez poškození deformace, otřepů a špon	Pracovník TK	dle tab. rozsahu kontroly v TP	Každá paleta	Vizuelně	výstupní razítko TK	Pozastavit expedici, paletu přetřídit
15	Expedice			Balení dle TP	Pracovník TK	dle TP	Každá paleta	Vizuelně dle TP	bez záznamu	Při zjištění neshodě provést opravu balení

Příloha č.10 1/2 Kontrolní plán Bracket rear

 MOTOR JIKOV Slévárna a.s.		KONTROLNÍ PLÁN								1/2	
☐ vzorky ☒ ověřovací serie ☐ výroba		Klíčový kontakt / telefon			Datum (původní)			Datum (aktuální)			
Číslo dílu / poslední úroveň změny		index změny (poslední úroveň změny) f		Složení týmu			Schválení konstrukcí zákazníka (datum)				
Název dílu / popis DRŽÁK ZADNÍ BRACKET REAR				Schválení dodavatele / závod / datum			Schválení odd. jakostí zákazníkům / datum (je-li vyžad.)				
Dodavatel / závod MJSL a.s.				Další schálení / datum (je-li vyžad.)			Další schálení / datum (je-li vyžad.)				
Číslo Operace	Název procesu / popis operace	Stroj, zařízení , Přípravek , Nástroje pro výrobu	Klasif. spec. znaku	Metody						Plán reakce	
				Specifikace / tolerance výrobku / procesu SZ - specifický znak	Zodpovídá	Rozsah	Četnost	Metoda kontroly	Záznam		
05	Opracování na OC	CHIRON DZ15 W		kontrola níže uvedených rozměrů na 3D programem: 792-0191 SPC  0,5 B 31,65 ±0,2 13,2±0,1 18,15±0,1 3,65 ^{+0,5} _{-0,2}  Ø 0,020 S 2x  0,010  Ø 0,030 A — 0,010 2x Ø 37J s6±0,008 Ø 138,05 K6  0,10 2x Ø 17 ^{-0,005} _{-0,025} 2x Ø23  0,015 2x 10,91±0,2 2x 7,91±0,2 2x 29,91	Pracovník TK	1 kus z každého založení	První kusy a dále 2x za směnu	3D Mtz M4-6H Mtz M5-6H Měřidlo drsnosti Posuvné měřítko	protokol 3D	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly	

Příloha č.10 2/2 Kontrolní plán Bracket rear

MOTOR JIKOV Slévárna a.s.

KONTROLNÍ PLÁN - pokračování

2/2

Číslo Operace	Název procesu / popis operace	Stroj, zařízení , Přípravek , Nástroje pro výrobu	Klasif. spec. znaku	Metody						Plán reakce
				Specifikace / tolerance výrobku / procesu	Zodpovídá	Rozsah	Četnost	Metoda kontroly	Záznam	
	Kontrola 100%	zkušební zařízení pro 100% kontrolu vzduchovými kalibry		SZ - specifický znak $\oplus$ Ø 0,4 E M5 3x $\oplus$ Ø 0,6 A/C M4 $\oplus$ Ø 0,6 A/C M5 $\oplus$ Ø 0,6 A/C M5 $\oplus$ Ø 0,4 D $\oplus$ Ø 0,4 A/C Rz6,3 , 3x Rz12,5						
				kontrola na 3D ve zkráceném programu: 792-0191 závity.DMS	Pracovník TK	1 kus z každého založení	1x za směnu mezi měřením 792-0191 SPC	3D	protokol 3D	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly
				kontrola na 3D ve zkráceném programu: 792-0191 průměry.DMS	Pracovník TK	1 kus z každého založení	3x za směnu mezi měřením 792-0191 SPC a 792-0191 závity	3D	protokol 3D	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly
				M4-6H 5x M5-6H 2x Ø 17 ^{-0,005} _{-0,025}	pracovník provádějící operaci	1 kus z každého založení	1. kusy, každé 2 hod. a poslední 3+3ks z výrobní dávky	Mtz M4-6H Mtz M5-6H MT Ø17 -0,005 / -0,025	bez záznamu	Zastavení výroby, informovat TK přeseřízení stroje nebo nástroje a přebrání dílců od poslední kontroly
				$\varnothing$ 138,05K6 $\varnothing$ 37js6 $\bigcirc$ 0,1 $\bigcirc$ 0,01 $\odot$ Ø 0,030 A	pracovník provádějící operaci	1 kus z každého založení	100%	vzduchovými kalibry	bez záznamu	Zastavení výroby přeseřízení stroje nebo nástroje
10	Výstupní kontrola			Balení dle TP Dílec bez poškození deformace, otřepů a špon	Pracovník TK	dle tab. rozsahu kontroly v TP	Každá paleta	Vizuálně	výstupní razítko TK	Pozastavit expedici, paletu přetřídít
15	Expedice			Balení dle TP	Pracovník TK	dle TP	Každá paleta	Vizuálně dle TP	bez záznamu	Při zjištěné neshodě provést opravu balení

Příloha č. 11 – Ukázka NC programu

N010	G90					
N020	T8	D8				
N030	G54	G95				
N040	G96	S450	M4			
N050	G0	X0	Y0	Z35	F0,4	
N060	G1	Z0				
N070	G0	Z60				
N080	T9	D9				
N090	G96	S725	M4			
N100	G0	X57,2	Y69,4	Z35		
N110	G1	Z2	F0,25			
N120	G0	Z35				
N130	G0	X57,2	Y-69,4	Z35		
N140	G1	Z2	F0,25			
N150	G0	Z35				
N160	T5	D5				
N170	G96	S60	M4			
N180	G0	X31	Y-65	Z35	F0,8	
N190	G331	Z27,5				
N200	G332	Z35				
N210	G0	X65	Y31	Z35		
N220	G331	Z27,5				
N230	G332	Z35				
....						
N500	G0	X0	Y0	Z60	M5	M9
N510	M2					