



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY HLAVY MOTORU TRAKTORU UR2 A UR4

PRODUCTION TECHNOLOGY DESIGN FOR AN ENGINE HEAD OF THE TRACTOR UR2 AND UR4

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dávid Kurjak

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Dávid Kurjak**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23

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:

Návrh technologie výroby hlavy motoru traktoru UR2 a UR4

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Autor navrhne výrobní technologii pro zvolenou vyráběnou součást. Součástí práce bude jak samotný postup výroby, tak volba strojního a materiálového vybavení. V závěru práce zhodnotí navrženou technologii, provede srovnání se stávající a případně navrhne další doporučení do budoucna.

Cíle bakalářské práce:

- rešerše zvolené problematiky
- rozbor stávající technologie
- návrh vlastní technologie
- technicko–ekonomické zhodnocení

Seznam doporučené literatury:

BILÍK, Oldřich a Martin VRABEC. Technologie obrábění s využitím CAD/CAM systémů. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univ., 2002. 128 s. ISBN 80-248-0034-9.

GRZESIK, Wit. Advanced machining processes of metallic materials: modelling and applications. 1. vyd. Oxford: Elsevier, 2008. 446 s. ISBN 9780080445342.

CHANG, Tien-Chien, Richard WYSK a Hsu-Pin WANG. Computer-Aided Manufacturing. 3. vyd. New Jersey: Prentice Hall, 2005. 684 s. ISBN 0-13-142919-1.

KAFKA, Jaroslav a Martin VRABEC. Technologie obrábění. Praha: ČVUT, 2006. 120 s. ISBN 80-01-01355-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom novej technológie opracovania hláv valcov UR–II a UR–IV, ktoré sú odliate zo sivej liatiny. Jedná sa o prechod z jednoúčelového centra na univerzálne obrábacie centrá. Na začiatku práce sa nachádzajú informácie o danej súčasti, priblížia sa informácie o použitom materiáli a taktiež stručný popis pôvodnej technológie. Nasleduje návrh nového technologického postupu, voľba nástrojov a meradiel, prípravkov na upínanie a výber vhodných strojov na opracovanie. Taktiež sa v práci nachádza technicko – ekonomické zhodnotenie novej a pôvodnej technológie.

Kľúčové slová

obrábanie, frézovanie, technologický postup, CNC stroj, hlava valcov

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the design of a new technology for machining UR–II and UR–IV cylinder heads, which are cast from grey cast iron. This is a transition from single – purpose centres to universal machining centres. At the beginning of the work, there is information about the given component, information about the used material and a brief description of the original technology. This is followed by the design of a new technological procedure, the choice of tools and gauges, fixtures for clamping and the selection of suitable machines for processing. The work also includes a technical – economic evaluation of new and original technology.

Keywords

machining, milling, technological process, CNC machine, cylinder head

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

KURJAK, Dávid. *Návrh technologie výroby hlavy motoru traktoru UR2 a UR4* [online]. Brno, 2023. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/148920>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Oskar Zemčík.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na téma Návrh technológie hlavy motora traktoru UR2 a UR4 vypracoval samostatne s využitím uvedenej literatúry a podkladov, na základe konzultácii a pod vedením vedúceho práce.

Brno, 26.5.2023

.....
miesto, dátum

.....
Dávid Kurjak

POĎAKOVANIE

Ďakujem týmto pedagógom z VUT v Brne Ing. Oskarovi Zemčíkovi PhD. a Ing. Milanovi Kalivodovi za cenné pripomienky a rady, ktoré mi poskytli pri vypracovaní bakalárskej práce. Ďalej by som chcel poďakovať riaditeľovi firmy OFZ a. s. Prevádzka Martin Ing. Miroslavovi Hofericovi a kolegovi Vladimírovi Hegyimu za pomoc a cenné rady pri vypracovaní práce.

OBSAH

Zadanie práce

Abstrakt

Bibliografická citácia

Čestné prehlásenie

Poďakovanie

Obsah

ÚVOD	9
1 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI OFZ a. s. PREVÁDZKA MARTIN	10
1.1 Motory UR–II a UR–IV	11
2 VÝROBNÉ INFORMÁCIE	13
2.1 Rozbor obrábanej súčasti.....	13
2.2 Materiál	13
2.3 Polotovár	14
3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP	15
3.1 Pôvodná technológia	16
3.2 Norma času pôvodnej technológie	17
4 NOVÁ TECHNOLOGIA	18
4.1 Nový technologický postup.....	18
4.2 Norma času novej technológie	24
4.3 Voľba nástrojov a meradiel	25
4.4 Prípravky	29
4.5 Voľba strojov.....	30
4.5.1 Troj – osé obrábacie centrum	30
4.5.2 Päť – osé obrábacie centrum.....	31
4.5.3 Práčka	31
5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE.....	32
5.1 Technické zhodnotenie.....	32
5.2 Ekonomické porovnanie.....	32
5.3 Vyhodnotenie	34
ZÁVER.....	35

Zoznam použitých zdrojov

Zoznam použitých symbolov a skratiek

Zoznam príloh

ÚVOD

Pri súčasnej rýchlosti rozvoja nových technológií používaných v obrábacích strojoch, kedy sa obrábacie stroje stávajú univerzálnejšie, zvyšuje sa počet riadených ôs na stroji a je možné použiť jeden stroj ako náhradu za niekoľko rôznych jednoúčelových strojov na výrobu súčasti je nutné zabehnutú výrobu týmito strojmi prispôbiť, aby sa výroba urýchlila a znížili sa či už výrobné, alebo aj energetické náklady. Na zakúpenie takýchto strojov je nutné vynaložiť veľké finančné prostriedky, avšak vďaka týmto investíciám je možné výrobu zefektívniť.

Ako príklad možno uviesť obrábacie centrum HERMLE C400, ktoré dokáže byť plne automatické, je vybavené piatimi riadenými osami, poháňanými nástrojmi. Toto vybavenie umožňuje úsporu času, ktorý bol skôr potrebný na zriadenie jednoúčelového stroja, nutnosť použiť niekoľko iných strojov a bola potrebná veľká výrobná hala, aby takéto zariadenie bolo možné postaviť.

Z dôvodu jednak inovácie podniku, poruchovosti jednoúčelového centra a taktiež poklesu výroby súčasti bolo nutné výrobu pozmeniť a prejsť na univerzálne obrábacie centrá. Je potrebné navrhnuť nový technologický postup, ktorým sa táto bakalárska práca bude zaoberať.



Obr. 1 Veľkosť haly potrebná na umiestnenie jednoúčelového stroja [1].



Obr. 2 Stanica na opracovanie hlavy č. 30 z konečných 90 operácií [1].

1 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI OFZ A. S. PREVÁDZKA MARTIN

Spoločnosť Druhá strojárenská Martin (ďalej už iba DS Martin) (logo obr. 3) bola zložená v roku 1997 ako pokračovanie výroby motorov pôvodného výrobcu z roku 1973: „Závod 03 motory Zetor“. Do roku 2007 spoločnosť DS Martin a. s. vyrábala a obchodovala so štvortaktnými, radovými, vodou chladenými 4 a 6 valcovými naftovými motormi s priamym vstrekom paliva, náhradnými dielmi a kooperáciami. Uplatnenie motorov od spoločnosti DS Martin je v niekoľkých sektoroch ako napríklad poľnohospodárskych traktoroch, kombajnoch, nakladačoch, lesných strojoch, stavebných a zemných strojoch, kompresoroch, vysoko zdvižných vozíkoch, zavlažovacích čerpadlách, generátorových súpravách, koogeneračných jednotkách, riečnych plavidlách. Motory spoločnosti DS Martin pracujú v rôznych krajinách celého sveta, v celkovom počte viac ako 300 aplikácií. Predaj výrobkov sa realizoval priamym predajom – prvovýrobcom finálnych strojov. Na vybraných teritóriách boli uzatvorené zmluvy o obchodnom zastúpení a sprostredkovateľské zmluvy. Motory do náhradnej spotreby rovnako ako aj náhradné diely boli predávané prvovýrobcom strojov, vlastným autorizovaným predajcom náhradných dielov, ako aj nezávislým obchodným organizáciám. Kvalita motorov spoločnosti DS Martin bola zaručená takmer 40 ročnou tradíciou výroby predmetných motorov a tým získanou znalosťou pri ich vývoji, výrobe a montáži. Cieľom spoločnosti bola aktívna politika vývoja a výroby motorov v spolupráci s novými trendami, interaktívna marketingová komunikácia so zákazníkmi, potencionálnymi obchodnými partnermi, rozvoj kooperácií na základe nových technológií a výrobných programov na zvýšenie objemu predaja. [2]



Obr. 3 Logo spoločnosti [2].

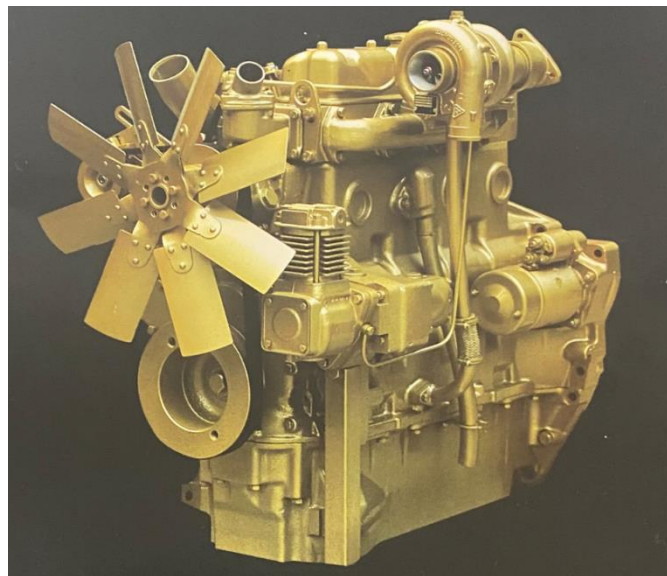
V roku 2015 prebehla fúzia medzi spoločnosťou DS Martin a. s. a OFZ a. s. (logo obr. 4). Táto situácia znamenala príliv investičného kapitálu a zásadnú zmenu v technickom a technologickom vybavení spoločnosti. OFZ a. s. Prevádzka Martin je dcérskou spoločnosťou OFZ a. s. so sídlom v Širokej, ktorá sa zaoberá výrobou ferozliatin. [2]



Obr. 4 Nový názov spoločnosti [2].

1.1 Motory UR–II a UR–IV

Motory DS Martin (obr. 5 a obr. 6) boli motory novej generácie, ktoré vyhovujú ekologickým požiadavkám podľa EHK 96 – RO I stupni 2 (tab. 1), kladeným na pohonné jednotky mimocestných vozidiel. Sú to vodou chladené, štvortaktné, radové motory s priamym vstrekom paliva, preplňované s medzichladením plniaceho vzduchu a to buď voda – vzduch alebo vzduch – vzduch (tab. 2). Kľuková skriňa, hlava valcov a olejová vaňa sú odliate zo sivej liatiny. Vysoká tuhosť a pevnosť bloku motora prispieva k zníženiu deformácií a tým k dlhšej životnosti motora a umožňuje pripojenie kompresora a hydročerpadiel. Ventilový rozvod je typu OHV (ventily sú umiestnené v hlave valcov a vačková hriadeľ je umiestnená v bloku motora), je poháňaný šikmým ozubeným prevodom, ktorý zabezpečuje presný pohon vstrekovacieho čerpadla a vačkového hriadeľa. Konštrukcia rozvodového súkolesia je prispôbená pre pohon kompresora a hydročerpadiel. Vstrekovanie paliva je priame. Vstrekovacie čerpadlo nového vývojového radu umožňuje zvýšenie vstrekovacích tlakov a tým dokonalejšie rozprášenie paliva. Novým riešením tvaru sacích kanálov a optimalizáciou spaľovacieho priestoru sa zabezpečilo lepšie vírenie vzduchu a spolu s vysokotlakým vstrekom paliva sa dosahuje lepšie spaľovanie, vyššia účinnosť a nízke hodnoty emisií vo výfukových plynch. Chladenie motora je kvapalinové, tlakové masenie je vybavené plno prietokovými filtrami uzavretého typu a kompaktným lamelovým chladičom oleja, ktorý je uložený vo vodnom priestore bloku motora. Mokrú vložku valcov sú vymeniteľné. Motory sú vybavené prepojovacími miestami pre bez demontážnu diagnostiku. Z predného konca kľukového hriadeľa je možné odoberať maximálny krútiaci moment 175 Nm. [2]



Obr. 5 Motor UR–IV M3 [2].

Tab. 1 Predpis EHK 96 pre mimocestné stroje [2].

P	CO	HC	NO _x	P _m
(kW)	(g/kWh)			
nad 130	5,0	1,3	9,2	0,54
od 75 do 130	5,0	1,3	9,2	0,70
od 37 do 75	6,5	1,3	9,2	0,85

Podľa normy EHK 96 (tab. 1) sa sledujú nasledovné emisie: Oxid uhoľnatý (CO) je to produkt nedokonalého spaľovania fosílnych palív a vo väčšej koncentrácii je jedovatý. Uhl'ovodíky (HC) sú plyny, ktoré dávajú naftovému motoru jeho charakteristický zápach. Tiež sa podieľajú na zlej kvalite vzduchu za prítomnosti NO_x a snečného žiarenia (smog). Oxidy dusíka (NO_x) sú výsledkom oxidácie dusíka počas spaľovania. Množstvo NO_x závisí od teploty spaľovania čím je teplota horenia vyššia, tým sa množstvo NO_x zväčšuje. Oxidy dusíka sa zlučujú s vodou v atmosfére na kyselinu dusičnú, ktorá padá na zem ako kyslý dážď. Pevné častice (P_m) je to neplynný obsah výfukových emisií zložený najmä zo sadzí, nezhoreného paliva, zbytkov oleja a niektorých sírných produktov. Tieto hodnoty sú primárne kontrolované a zaznamenávané v charakteristikách dymivosti naftových motorov. [2]

Tab. 2 Parametre jednotlivých UR motorov [2].

Typ motora		8604.040	8604.042	8604.030	8604.031	8004.040	8004.042	8004.041	8004.043	8004.030	8004.031	
Počet valcov		6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	
Vrtanie zdvih	mm	110x128										
Objem	cm ³	7 298				4 866						
Plnenie		TAA	TWA	T	T	TAA	TWA	TAA	TWA	T	T	
Menovitý výkon	kW	132 + 5 %		118 + 5 %	102 + 5 %	87,5 + 5 %		81,5 + 5 %		75,5 + 5 %	65,5 + 5 %	
Menovité otáčky	min ⁻¹	2 200										
Voľnobežné otáčky	min ⁻¹	600 + 50										
Maximálny krútiaci moment	Nm	676 + 7 %		604 + 7 %	545 + 5 %	448 + 7 %		435 + 7 %		387 + 7 %	350 + 7 %	
Otáčky $M_{k_{max}}$	min ⁻¹	1 530 ± 50		1 480 ± 50		1 530 ± 50			1480 ± 50			

Vysvetlivky k tabuľke:

T – Preplňovaný

TWA – Preplňovaný s medzichladičom voda/vzduch

TAA – Preplňovaný s medzichladičom vzduch/vzduch

Hmotnosti motorov závisia od modifikácie v rozsahu 450 kg až 625 kg čistej váhy (bez náplní).



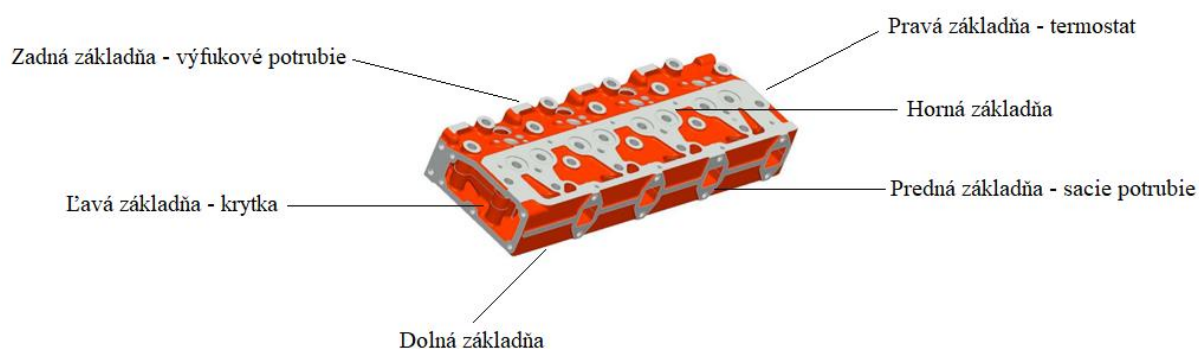
Obr. 6 Motor UR–II [2].

2 VÝROBNÉ INFORMÁCIE

V nasledujúcej kapitole sú zhrnuté všetky vlastnosti vyrábanej súčasti. Jedná sa o kusovú výrobu preto budú v technologickom postupe používané konvenčné bežné dostupné nástroje a strojné vybavenie, ktorými firma disponuje. Rezné podmienky sú zvolené z bežných katalógov od výrobcov, poprípade zo strojníckych tabuliek a sú prepočítané na danú obrobitelnosť materiálu. Výrobný výkres sa v práci nenachádza z dôvodu požiadavkou firmy a obsahu citlivých informácií.

2.1 Rozbor obrábanej súčasti

Jedná sa o komplikovanú súčasť a to z hľadiska vnútornej časti, kde sa nachádzajú spaľovacie komory ale tak isto aj z hľadiska vonkajšieho priestoru s veľkým množstvom funkčných plôch pri ktorých je potrebné zachovať Ra 3,2 a Ra 1,6, ktoré sú dosiahnuteľné bez brúsenia. Hlava valcov má dĺžku 613,5 mm, šírku 212 mm a výšku 88 mm (obr. 7). Na zadnej základni sa nachádzajú otvory pre výfukové potrubie, kde bude za potrebu navítať 8 dier pre závit M10 a na prednej základni určenej pre sacie potrubie, sa nachádza 8 dier pre závit M8. Na pravej základni hlavy valcov sa nachádza termostat, kde sa nachádzajú 4 diery pre závit M8 a 4 diery pre závit M10, ktoré slúžia ako pomocné pri montáži. Na ľavej strane hlavy valcov sa nachádzajú 4 závitové diery M8 pre krytku a taktiež 4 závitové diery M10 slúžiace na manipuláciu pri montovaní hlavy. Pri výrobe je potrebné dbať na súosovosť ventilov Ø 53K6 a Ø 52K6 voči diere Ø 16H7 maximálne 0,03 mm. Taktiež to platí pre diery na uloženie vstrekovač, kde je konštruktérom predpísaná úchylka kolmosti dier Ø 22D11 voči čelu maximálne 0,2/100 a úchylka súosovosti dier Ø 22D11 a Ø 9,8 maximálne 0,05 mm.



Obr. 7 Hlava valcov UR–II [3].

2.2 Materiál

Materiál pre výrobu hlavy valcov sa používa oceľ EN–GJL–250 (ČSN 42 2425) alebo tzv. sivá liatina – liatina s lupienkovým grafitom (LLG). Je to pomerne lacný konštrukčný materiál s dobrými zlievarenskými vlastnosťami. Z dôvodu, že lupienky grafitu vytvárajú v základnej kovovej zliatine veľké množstvo vrubov, znižujú mechanické vlastnosti. Deformačné charakteristiky sú minimálne (obr. 8), ťažnosť týchto liatin je menšia než 1 %. Presné mechanické a chemické vlastnosti sú uvedené v tab. 3 a tab. 4. [4]

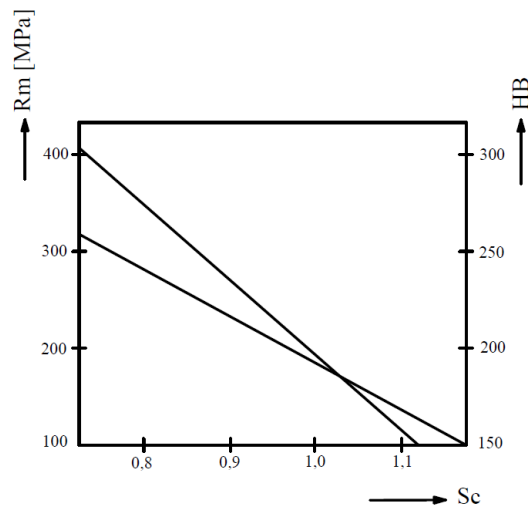
Tab. 3 Mechanické vlastnosti oceli EN–GJL–250 [4].

Chemické vlastnosti				
C [hm. %]	Si [hm. %]	Mn [hm. %]	P [hm. %]	S [hm. %]
2,8 - 3,6	1,7 - 2,4	0,5 - 1,0	0,2 - 0,5	max. 0,15

Tab. 4 Chemické zloženie oceli EN-GJL-250 [4].

Mechanické vlastnosti				
R_m [MPa]	Tvrdosť HB min.	Tvrdosť HB max.	Hrúbka steny odliatku	Štruktúra matrice
250-350	145	215	15-70	perlit + ferit

Oceľ EN-GJL-250 (ČSN 42 2425) sa používa pre valce motorov, súčasti turbín, ozubené kolesá, značne namáhané strojné súčasti, na stojany stredne ťažkých obrábacích strojov. Z hľadiska obrábiteľnosti pre dané prvky spadá sivá zliatina do kategórie obrábania 10a – tj. dobrá obrábiteľnosť. [4; 5]



Obr. 8 Závislosť pevnosti v ťahu a tvrdosti na stupni eutektičnosti s lupienkovým grafitom [4].

2.3 Polotovár

Sériovosť súčasti je premenlivá v priemere je to zhruba 100 kusov za rok. Ako polotovár pre výrobu súčasti je použitý odlievaný tvar, ktorý je dodávaný externou firmou a to konkrétne od firmy Gießerei HEUNISCH GmbH so sídlom v Brne. Odlievaný tvar má základný tvar súčasti. Odlievané sú taktiež aj vnútorné spaľovacie komory, ktoré sa iba nastriekajú a ďalej neopracúvajú. Taktiež sú odlievané otvory pre výfukové a sacie potrubie (obr. 9). Hlavy sú odlievané do trvalých kovových foriem. Hmotnosť odlievaného tvaru je 50 kg a po opracovaní je to zhruba 42 kg. Na každej strane odlievaného tvaru sa nachádzajú prídavky, rozmer polotovaru je 620 mm x 220 mm x 98 mm.



Obr. 9 Odlievaný tvar hlavy valcov UR-II.

3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP

Technologický postup je organizovaný proces kvalitatívnych a kvantitatívnych zmien, ktorými prechádza obrobok pri svojej premene na konečný výrobok. Určuje požadované výrobné zariadenie (stroj), nástroje, rezné podmienky, pracovné podmienky popřípade prípravky potrebné pre danú operáciu, tak aby súčiastka bola vyrobiteľná s minimálnymi nákladmi, maximálnou efektívnosťou a splňovala požiadavky danej výkresovej dokumentácie. Pri navrhovaní postupu, je potrebná rada údajov, dát, informácií, ktoré sú čerpané s nasledujúcich podkladov [6]:

- Konštrukčná dokumentácia – výkres zostavy, výkres podzostavy, výrobní výkres súčasti, výkres polotovaru, konštrukčný kusovník, s údajmi o rozmeroch, tvaru, presnosti, akosti, výrobných toleranciách, úchylnosti tvaru a polohy, drsnosti povrchu, o materiáli a tepelnom spracovaní, prídavkoch na obrábanie, sériovosť, atď.
- Technické preberacie podmienky – údaje o jednotlivých skúškach, osvedčenia akosti materiálu.
- Plánovaná dokumentácia – výrobní program, ročný plán výroby, výhľad výroby.
- Normatívna dokumentácia – katalógy strojov, katalógy náradia, strojné karty a pasporty strojov a zariadení, normatívy rezných podmienok, časov, medzioperačných prídavkov, technicko – hospodárske normy, atď.
- Organizačné údaje – kooperačné vzťahy, údaje o organizácii dielne, závodu.

Okrem uvedených technicko – organizačných dokumentov, ktoré obsahujú vstupné informácie, sú taktiež dostupné rôzne metodické pomôcky napr. (vzorové postupy výroby, rôzne programy na počítači, triedniky, atď). Na kvalite a komplexnosti vstupných údajov bude záležať nie len na kvalite spracovania výrobných dokumentov, ale aj na výsledkoch vlastnej výroby a montáže.

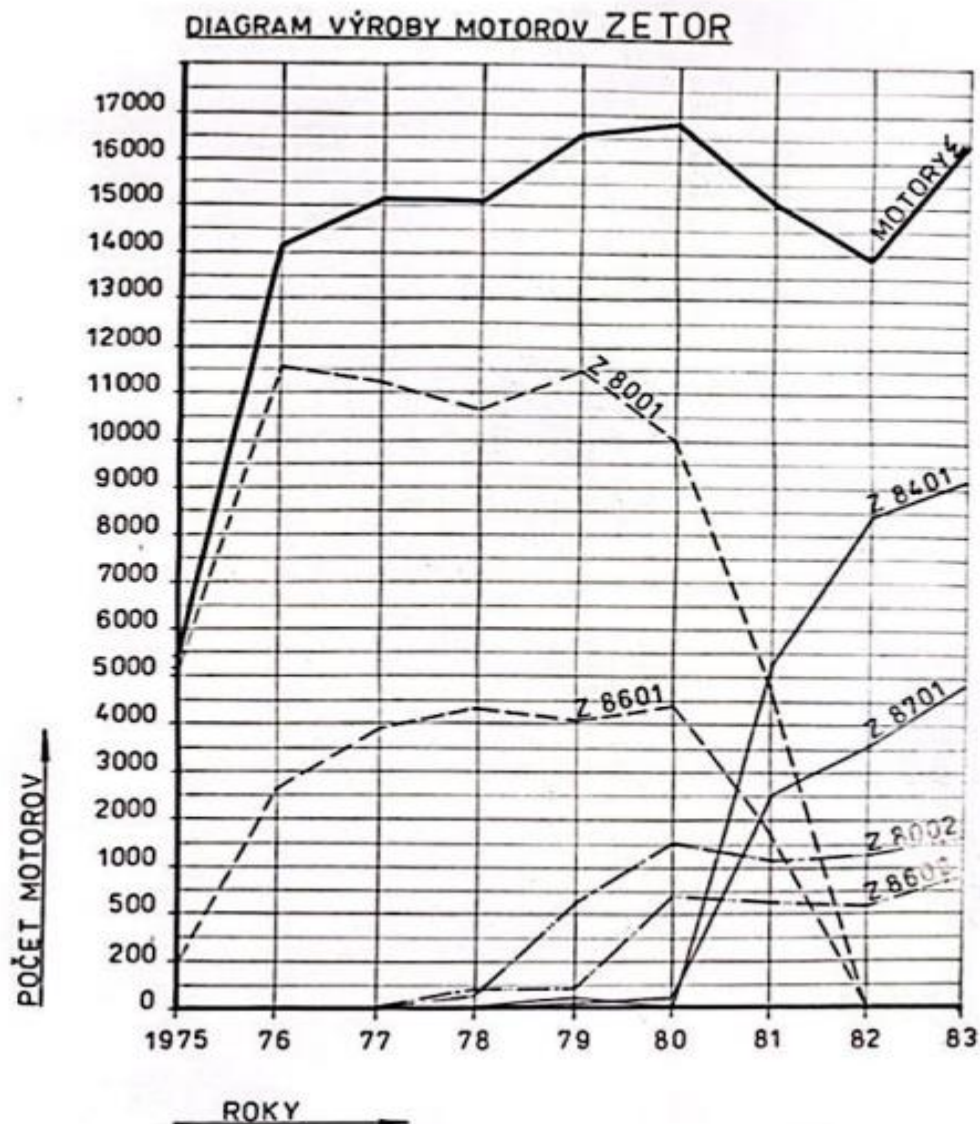
Zásadný vplyv na hĺbku členenia postupu a obsah práce u jednotlivých stupňoch (operácie, operačný úsek) má predovšetkým:

- Sériovosť a opakovateľnosť výroby.
- Stupeň mechanizácie a automatizácie výrobného procesu.

V sériovej a hromadnej výrobe sa vyskytujú zložité operácie a to hlavne u niekoľkovretenových obrábacích strojoch (obrábacích linkách). Pracovné stanice podľa zložitosti obrábacieho procesu môžu mať viacej nadstavení obrobku voči nástrojom. [6; 7]

3.1 Pôvodná technológia

Korene technologického postupu siahajú až do roku 1973, odvtedy si prešiel niekoľkými zmenami a bol využívaný až do roku 2010, v súčasnosti využívaný nie je. Jednalo sa o technológiu, ktorá bola navrhnutá pre sériovú výrobu niekoľkých tisíc kusov hláv motorov za rok (obr. 10). Výroba prebiehala na jednoúčelovej linke, ktorá obsahovala aj niekoľko iných strojov ako napr. vŕtačka VR 4 alebo vŕtačky 6B6V. Ukážka technologického postupu sa nachádza v prílohe 1, v práci nie je zahrnutý z dôvodu jeho rozsahu.



Obr. 10 Sériovosť výroby v rokoch 1975 až 1983 [1].

Výrobný postup pozostával z dvoch častí, prvá časť je tvorená z 19 operácií (tab. 5 a tab. 6) z toho operácia 01 je vstupná kontrola a operácia 90 je konečná kontrola. V operácii číslo 75 sa hlava valcov oprala v práčke PPS 600 x 500, v práčke sa hlava odmastila v 3 – 7 % roztoku ALKONU v teplote 80 – 90 °C. Tlakovaním hláv sa zaoberala operácia číslo 85. Hlava sa upla do tlakovacieho prípravku, bol privedený tlak 0,3 MPa po dobu jednej minúty. Počas tlakovania bola hlava ponorená v roztoku ECOCOOL. Hlavám, ktoré prešli tlakovou skúškou bola vyrazená značka tlakovej skúšky. Ostatné operácie sa zaoberali frézovaním, vŕtaním otvorov a rezaním závitov. V prílohe 1 sa nachádza ukážka pôvodného technologického postupu a to konkrétne operácie č. 45, ktorá je aj úzkym miestom danej technológie.

3.2 Norma času pôvodnej technológie

Výpočet normy času s popisom operácií pre prvú časť technologického postupu.

Tab. 5 Výpočet normy času č.1.

Operácia	Pracovisko	Označenie stroja	Popis práce v operácií	t_{A11} [min]	t_B [min]	t_{AS} [min]
01	09863	Kontrola	Vstupná kontrola		40	
10	05276	Frézka FS-36	Frézovanie	12,1	60	6,97
15	04651	Vítačka VR 4A	Vrtanie otvorov	7	35	4,1
20	05276	Frézka FS-36	Frézovanie	12,1	60	4,1
25	05137	Frézka FA 53H	Frézovanie	12,9	40	17,04
30	65921	Frézka JUS	Frézovanie zákl. plôch na hotovo	6,1	10	8,9
35	75914	AL	Vrtanie otvorov	9,7	70	3,1
45	04651	Vítačka RF50	Vrtanie, rezanie závitov	20,5	45	16,32
50	65956	Vítačka H 6B6V	Vrtanie	2,3	10	0,52
55	65956	Vítačka 6B6V	Vrtanie	3	10	0,28
60	04651	Vítačka RF50	Vrtanie	5,9	30	4,1
65	65962	JUS	Vrtanie, rezanie závitov	4,7	10	3
70	04651	Vítačka VR 4A	Vrtanie	3,5	25	1,6
75	56423	Práčka PPS	Pranie	3,8	10	18
80	09421	Zámočník	Zámočnícka úprava, zátkovanie	9,8	10	3
85	28262	Tlakovací prístroj	Tlakovanie	3,5	15	1
90	09863	Kontrola	Konečná kontrola	5,67	21	
95	04651	Vítačka VR 4A	Oprava hláv			
100	09421	Zámočník	Oprava vád odliatkov			
Celkový súčet				122,57	501	92,03

Druhá časť technologického postupu pozostáva zo 6 operácií (tab. 6), kde sa lisovali sedlové krúžky a vedenia ventilov až ku konzervácii hlavy. Následne dochádzalo k skladaní jednotlivých motorov UR–II.

Tab. 6 Výpočet normy času č.2.

Operácia	Pracovisko	Označenie stroja	Popis práce v operácií	t_{A11} [min]	t_B [min]	t_{AS} [min]
110	09421	Zámočník	Zalisovanie sedlových krúžkov	24,04	25	5
115	03333	Hydraulický lis	Zalisovanie vedenia ventilov	19,31	10	6,7
120	65953	Krause	Vyvrátavanie	9,2	25	12
125	06236	Priedb. odmastenie	Odmastenie	4	10	5
130	09863	Kontrola	Konečná kontrola	2,45	16	
135	09672	Konzervácia	Konzervácia	5,3	10	
Celkový súčet				64,3	96	28,7

*Vysvetlivky pre tab. 5 a tab. 6 sa nachádzajú na strane 24 (vysvetlivky pre tabuľku 13).

4 NOVÁ TECHNOLOGIA

Z dôvodu poklesu výroby z niekoľko desaťtisíc kusov za rok na pár stoviek kusov za rok bolo potrebné vytvoriť novú technológiu opracovania hláv valcov. So zmenou technologického postupu nastáva taktiež zmena strojov a to z jednocelového stroja na univerzálne stroje, tomu bude aj technologický prispôbený.

4.1 Nový technologický postup

Technologický postup je zhotovený na 5 upnutí obrobku, je za potrebu použiť 33 nástrojov a 13 meradiel, 3 prípravky a prebieha na dvoch strojoch, je určený pre štvorvalcovú hlavu UR–II.

Upínanie č.1

Operácia 0 sa zaoberá vstupnou kontrolou odliatku. Následne sa obrobok upne na stôl, poistí sa magnetmi z troch strán a pomocou magnetu upevní k stolu (obr. 11). Frézuje sa čelná plocha a vyvrtávajú sa dve diery $\varnothing 16H7$ (tab. 7).



Obr. 11 Upínanie č.1.

Tab 7. Technologický postup operácie 0 – 20.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			Názov súčasti: Hlava valcov	Číslo výkresu: 83.005.001			
Číslo operácie	Názov stroja	Dielňa	Popis práce v operácií:	v_c [m.min ⁻¹]	n [mm.min ⁻¹]	f_z [mm.z ⁻¹]	Nástroje a meradlá
0		OTK	kontrola odliatku				
			odstránenie vtokovej sústavy				
			náter základnou farbou (červeno- hnedá)				
			čistota povrchu				
			poréznosť				
10	VF6	Obrobňa	upnúť na magnet, poistiť dorazmi z 3 strán				T1, T5, T6, T7
			hrubovať povrch s prídavkom 0,3 na dokončenie plus prídavok na druhú stranu	295	1 174,36	0,2	
			dokončiť povrch na Ra 3,2	295	939,49	0,16	
			vrtat' otvor 2x $\varnothing 15,8$ pod $\varnothing 16H7$ do hĺbky 28	90	1 814,08	0,39	
			zraziť hranu 1,5x45° na diere $\varnothing 16H7$	88	1 751,59	0,43	
			vyšstružiť 2x $\varnothing 16H7$ do hĺbky 25	17,5	348,33	0,4	
20		OTK	Kontrolovať:				M1
			$\varnothing 16H7$ - početnosť 60%				
			Ra 3,2 - vizuálne početnosť 20%				

Upínanie č.2

Po prvej obrábacej operácii sa obrobok zloží zo stola a stroj sa musí zriadiť na nové upínanie. Operácia 30 sa zaoberá čelným frézovaním povrchu a taktiež bočným frézovaním (tab. 8). Obrobok sa upne na prípravok č.1 a poistí dvomi šraubami M12 (obr. 12). Plochy sa frézujú na čisto preto je potrebné dodržiavať nerovnosť plochy od deliacej roviny max. 0,04 mm.



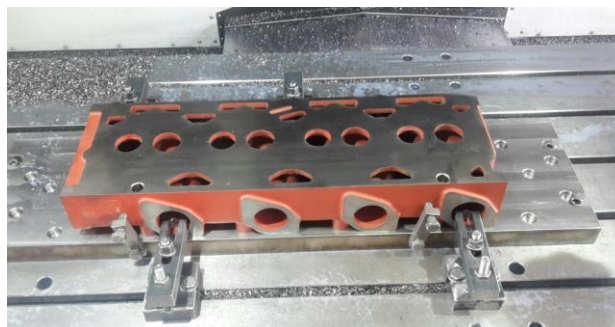
Obr. 12 Upínanie č.2 pomocou prípravku č.1.

Tab. 8 Technologický postup operácie 30 – 40.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP				Názov súčasti: Hlava valcov		Číslo výkresu: 83.005.001	
Číslo operácie	Názov stroja	Dielňa	Popis práce v operácii:	V_c [m.min ⁻¹]	n [mm.min ⁻¹]	f_z [mm.z ⁻¹]	Nástroje a meradlá
30	VF6	Obrobňa	prípravok č.1 upnúť na magnet				T2, T3, T4
			hrubovať s prídavkom 0,3 na dokončenie	295	1 174,36	0,2	
			dokončiť povrch 90-0,1 na Ra 3,2	295	939,49	0,16	
			hrubovať obvod 210-0,4 x 614-0,5 s prídavkom na dokončenie 0,3	217,5	1 154,46	0,175	
			dokončiť obvod 210-0,4 x 614-0,5	244	1 295,12	0,184	
40		OTK	Kontrolovať:				M2
			90-0,1 x 210-0,4 x 614-0,5 početnosť 80%				

Upínanie č.3

V piatej operácii 50 je znovu potrebné zriadiť stroj a obrobok upnúť do prípravku č.2 (obr. 13). Hrubujú a dokončujú sa sedla ventilov $\varnothing 53K6$ a $\varnothing 52K6$ pri ktorých je dovolená úchylka súosovosti voči diere $\varnothing 16H7$ max. 0,03 mm a úchylka kolmosti čela zahĺbenia voči diere $\varnothing 16H7$ max. 0,02 mm. Taktiež sa vrtajú diery $\varnothing 12$, $\varnothing 9$ a $\varnothing 5$ slúžiace ako vodné kanály určené na chladenie (tab. 9).



Obr. 13 Upínanie č.3 pomocou prípravku č.2.

Tab. 9 Technologický postup operácia 50 – 60.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP				Názov súčasti: Hlava valcov		Číslo výkresu: 83.005.001	
Číslo operácie	Názov stroja	Dielňa	Popis práce v operácii:	v_c [m.min ⁻¹]	n [mm.min ⁻¹]	f_z [mm.z ⁻¹]	Nástroje a meradlá
50	VF6	Obrobňa	prípravok č.2 upnúť na stôl + úpinky 4 ks				T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14
			vrtat' 18x Ø15,5 skrz	97,39	2 001,03	0,4	
			hrubovať sedlo ventilov 4xØ53K6 a 4xØ52K6	190	2 420,38	0,42	
			zraziť hrany sedla ventilov 1,5x45°	87	522,77	0,52	
			vrtat' 8xØ15,8 pod Ø16H7 skrz (pod vod'ítka)	90	1 753,61	0,39	
			zahĺbiť 8xØ17 na Ø15,8 (kontrola súosovosti)	24	449,61	0,11	
			vrtat' 8xØ12 do hĺbky 20 (vodný kanál)	87	2 308,92	0,3	
			vrtat' 1xØ9 do hĺbky 20 (vodný kanál)	88	3 113,94	0,23	
			vrtat' 1xØ5 do hĺbky 20 (vodný kanál)	90	5 732,48	0,13	
			dokončiť sedlá ventilov 4xØ53K6 a 4xØ52K6	119	1 515,92	0,12	
			vysústružiť 8xØ16H7 skrz	17,5	348,33	0,4	
			zraziť hranu 8x1,5x45° na diere Ø16H7	88	1 751,59	0,43	
60		OTK	Kontrolovať rozmery:				M1, M3, M4, M5
			Ø15,5; Ø15,8; Ø12; Ø9; Ø5; početnosť 40 %				
			Ø16H7 početnosť 60%				
			Ø53K6, Ø52K6 početnosť 100%				

Upnutie č. 4

Operácia sedem 70 je najrozľahlejšou operáciou v celom technologickom postupe. Obrábanie prebieha na päť osom centre HERMLE C400, obrobok je upnutý na stôl pomocou prípravku č.3 (obr. 14). Ako prvé sa režu závity M12 následne sa základňa pootočí o 90 stupňov v osi z, kde sa vyrežu závity M8 slúžiace pre sacie potrubie. Ďalším krokom je rezanie závitov M10 pre výfukové potrubie. Po vyvrtaní všetkých dier v ose z sa základňa preklopí v ose x o 90°, kde sa v -90° režu závity M8 slúžiace pre krytku a závity M10 určené pre montážne diery. Následne sa základňa preklopí o +180°, kde sa vyrežu závity M8 slúžiace pre termostat a závity M10 určené pre montážne diery. Po vyvrtaní všetkých dier na ploche pre termostat sa stôl vráti do upínacej polohy, kde sa vyfrézujú diery Ø 24 a Ø 30H10 do hĺbky 3 mm určené pre krytky proti mrazu (tab. 10).



Obr. 14 Upínanie č.4 pomocou prípravku č.3.

Tab. 10 Technologický postup operácia 70.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			Názov súčasti: Hlava valcov	Číslo výkresu: 83.005.001			
Číslo operácie	Názov stroja	Dielňa	Popis práce v operácii:	v_c [m.min ⁻¹]	n [mm.min ⁻¹]	f_z [mm.z ⁻¹]	Nástroje a meradlá
70	HERMLE C 400	Obrobňa	prípravok č.3 + magnet zaistiť zamerat'				T18, T19, T20, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31
			vrtat' 4xØ10,2 do hĺbky 25 pod M12	90	2 810,04	0,32	
			zraziť hranu 4x1,5x45° pod M12	88	2 335,46	0,43	
			vrtat' závit 4xM12x1,75 do hĺbky 15	10	265,39	463,75 minútový	
			základňa sacie potrubie o 90st.				
			vrtat' 8xØ6,8 do hĺbky 15 pod M8	86	4 027,73	0,21	
			zraziť hranu 8x1,25x45° pod M8	87	3 463,38	0,3	
			závit 8xM8x1,25 do hĺbky 10	10	398,09	497,5 minútový	
			základňa výfukové potrubie				
			vrtat' 8xØ8,5 do hĺbky 21 pod M10	89	3 334,58	0,23	
			zraziť hranu 8x1,5x45° pod M10	87	2 770,70	0,3	
			závit 8xM10x1,5 do hĺbky 10	10	318,47	477	
			základňa krytka				
			vrtat' 4xØ6,8 do hĺbky 18 pod M8	86	4 027,73	0,21	
			zraziť hranu 4x1,25x45° pod M8	87	3 463,38	0,3	
			závit 4xM8x1,25 do hĺbky 12	10	398,09	497,5 minútový	
			vrtat' 4xØ8,5 do hĺbky 21 pod M10	89	3 334,58	0,23	
			zraziť hranu 4x1,5x45° pod M10	87	2 770,70	0,3	
			závit 4xM10x1,5 do hĺbky 15	10	318,47	477 minútový	
			základňa termostat				
			vrtat' 4xØ6,8 do hĺbky 18 pod M8	86	4 027,73	0,21	
			zraziť hranu 4x1,25x45° pod M8	87	3 463,38	0,3	
			závit 4xM8x1,25 do hĺbky 12	10	398,09	497,5 minútový	
			vrtat' 4xØ8,5 pod M10 do hĺbky 21	89	3 334,58	0,23	
zraziť hranu 4x1,5x45° pod M10	87	2 770,70	0,3				
závit 4xM10x1,5 do hĺbky 15	10	318,47	477 minútový				
frézovať Ø24 a Ø30H10 do hĺbky 3	225	5 118,29	0,075				

Upnutie č.5

Poslednou obrábacou operáciou je operácia deväť 90. Operácia prebieha na stroji VF6, upínanie obrobku je zabezpečené pomocou pólových nastavcov (obr. 16), ktoré vymedzujú priestor od základne čo zabezpečuje bezproblémové vyvrtanie dier $\text{Ø} 10\text{H}7$ skrz. Posledným krokom je zrazenie hrán sediel a to 30° pre diery $\text{Ø} 52\text{K}6$ a 45° pre diery $\text{Ø} 53\text{K}6$ (tab. 12).



Obr. 16 Upínanie č.5 pomocou pólových nastavcov.

Tab. 12 Technologický postup pre operáciu 90 – 100.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP				Názov súčasti: Hlava valcov		Číslo výkresu: 83.005.001	
Číslo operácie	Názov stroja	Dielňa	Popis práce v operácii:	v_c [m.min ⁻¹]	n [mm.min ⁻¹]	f_z [mm.z ⁻¹]	Nástroje a meradlá
90	VF6	Obrobňa	strana so zátkami a sedlami				T15, T16, T17
			magnet + pólové nastavce				
			dokončovať vodička na $8 \times \text{Ø}10\text{H}7$ skrz	20	636,94	0,25	
			dokončovať sedlá na $4 \times \text{Ø}53\text{K}6$ a $4 \times \text{Ø}52\text{K}6$	119	1 515,92	0,12	
			zraziť hranu $\text{Ø}39 \times 3,8 \times 45^\circ$ pre $\text{Ø}53\text{K}6$	135	1 102,40	0,3	
			zraziť hranu $\text{Ø}45,85 \times 4 \times 30^\circ$ pre $\text{Ø}52\text{K}6$	135	995,41	0,37	
100		OTK	Kontrolovať:				M11, M12, M13
			$\text{Ø}10\text{H}7$ početnosť 60%				
			zrazenie $\text{Ø}39,3 \times 45^\circ$ početnosť 80%				
			zrazenie $\text{Ø}45,85 \times 4 \times 30^\circ$ početnosť 100%				

Po kompletom opracovaní hlavy nasleduje operácia 105, kde je potrebné hlavu valcov vyprať a odmastiť od emulzie a nečistôt. V operácii 110 sa hlava tlakuje a zisťuje sa jej tesnosť. Operácia 115 sa vykonáva u zámočníka, kde dochádza k zalisovaniu sedlových krúžkov a následne v operácii 120 k zalisovaniu vedenia ventilov. Operácia 125 je konečná kontrola hlavy valcov, kde sa prekontrolujú všetky súosovosti, kolmosti a presné rozmery. Poslednou operáciou je konzervovanie a balenie hláv valcov.

4.2 Norma času novej technológie

Pri analýze procesov v strojárskom podniku je možné sa na spotrebu času pozerat' z niekoľkých uhlov pohľadov. Obecne je vo výrobnom procese spotrebovaný čas na užitočnú činnosť (prácu) a prestávky. Je potrebné rozlíšiť kritériá spotreby času pre základné činitele výrobného procesu, ktorými sú [8]:

- pracovník,
- výrobné zariadenie (stroj + pracovný prostriedok),
- výrobok.

Z časového hľadiska sa v tejto práci kladie dôraz na časy t_{A11} , t_B a t_{AS} (tab. 13). Tieto časy sú porovnávané z časmi pôvodnej technológie v kapitole 5. [8]

Tab. 13 Výpočet normy pre novú technológiu.

Operácia	Pracovisko	Označenie stroja	Popis práce v operácii	t_{A11} [min]	t_B [min]	t_{AS} [min]
0	09863	OTK	Vstupná kontrola		40	
10	45233	HAAS VF6	Frézovanie plôch + vrtanie	1	4	25
20	09863	OTK	Predbežná kontrola	4	1	
30	45233	HAAS VF6	Frézovanie plôch	0,5	4,5	50
40	09863	OTK	Predbežná kontrola	1	4	
50	45233	HAAS VF6	Vrtanie	3	12	25
60	09863	OTK	Predbežná kontrola	4	1	
70	45224	HERMLE C400	Vrtanie	1	3,5	27
80	09863	OTK	Predbežná kontrola	1	2,5	
90	45233	HAAS VF6	Frézovanie + vrtanie	1	2	15
100	09863	OTK	Predbežná kontrola	0,5	1,5	
105	56423	Práčka	Pranie	3,8	10	18
110	28262	Tlakovací prístroj	Tlakovanie	3,5	15	1
115	09421	Zámočník	Zalisovanie sedlových krúžkov	24,04	25	5
120	03333	Hydraulický lis	Zalisovanie vedenia ventilov	19,31	10	6,7
125	09863	Kontrola	Konečná kontrola	2,45	16	
130	09672	Konzervácia	Konzervácia	5,3	10	
Celkový súčet				75,4	162	172,7

Vysvetlivky pre tabuľku 13:

t_{A11} – čas jednotkovej práce v kľudnom stave stroja (napr. upínanie a odopínanie obrobku, obsluha stroja, meranie)

t_B – dávkový čas v operácii (napr. čas na prípravu práce, zriadenie stroja atď.)

t_{AS} – jednotkový čas strojný v operácii (sú tu zahrnuté všetky technologické časy, ktoré sú vykonávané automatickým chodom stroja) [8]

4.3 Voľba nástrojov a meradiel
















Pri voľbe správneho nástroja a vymeniteľnej britovej doštičky je dôležité správne identifikovať obrábaný materiál a jeho obrobiteľnosť. Je taktiež dôležité klásť dôraz na funkčnosť a možnosti využitia daných nástrojov.

Tab. 14 Zvolené nástroje pre stroj HAAS VF6 [9; 10; 11].

Nástrojový list		Názov súčasti: Hlava valcov		Stroj: HAAS VF6
		Číslo výkresu: 83.005.001		
Číslo nástroja	Znázornenie nástroja	Názov nástroja	Výrobca	Označenie nástroja
		Názov doštičky		Označenie doštičky
T1		Nástrčná fréza Ø80	WIDIA	M1600D080Z08W2S27ON04
		HNPJ		HNPJ - 0704AN - SNGD
T2		Nástrčná fréza Ø100	WIDIA	M1600D080Z08W2S27ON04
		SNHX		SNHX - 120408PN - SRMM
T3		Viac rada nástrčná fréza Ø50	KENNAMETAL	63J3R155H50-SAD16E95-C
		KOR5		KOR5A2500L125HBR100CM
T4		Nástrčná fréza Ø25	WIDIA	VXF03Z04M16XD09
		XDPT		XDPT - 090412 - ERMM
T5		Vrták Ø15,8	DORMER	R52015.8
T6		Zrážáč hrán Ø20	DORMER	S74020.0
T7		Strojný výstružník Ø16H7	DORMER	B101116.0
T8		Zrážáč hrán Ø12	DORMER	S74012.0
T9		Doštičkový vrták Ø25	DORMER	803D-17-51-S25
		SCET		SCET 050204-UD:D9335
T10		Stopková fréza Ø18	DORMER	S722HB18.0
T11		Vrták Ø15,5	DORMER	R10015.5
T12		Vrták Ø12,0	DORMER	R10012.0
T13		Vrták Ø9,0	DORMER	R1009.0
T14		Vrták Ø5,0	DORMER	R1005.0
T15		Strojný výstružník Ø10H7	DORMER	B101110.0
T16		Fréza na zrážanie hrán 45°	DORMER	2516-45-19
		TCMT		TCMT-16T304E-FM
T17		Fréza na zrážanie hrán 30°	WIDIA	ACM30-TC16-D15x30
		TCMT	DORMER	TCMT - 16T304HC - 4625

Zvolené nástroje sú kupované z firiem Dormer, Widia, Kennametal ale taktiež sú vyrobené na zákazku od firmy ŠKODA. Ako materiály nástrojov sú zvolené SK, HSS a vymeniteľné britové doštičky. Všetky obrábacie nástroje sú uvedené v tab. 14 a tab. 15, kde je označenie a znázornenie nástroja, nástrojový držiak a označenie britovej doštičky a taktiež výrobca nástroja.

Tab. 15 Zvolené nástroje pre stroj HERMLE C400 [9].

Nástrojový list		Názov súčasti: Hlava valcov		Stroj: HERMLE C400
		Číslo výkresu: 83.005.001		
Číslo nástroja	Znázornenie nástroja	Názov nástroja	Výrobca	Označenie nástroja
		Názov doštičky		Označenie doštičky
T18		Vrták s vnútorným chladením Ø10,2	DORMER	R45310.2
T19		Vrták s vnútorným chladením Ø6,8	DORMER	R4536.8
T20		Vrták s vnútorným chladením Ø8,5	DORMER	R4538.5
T21		Vrták s vnútorným chladením Ø9,8	DORMER	R4539.8
T22		Stopková fréza Ø14	DORMER	14A3R018A14-SAD07D-C
		ADMX		ADMX – 070204 - SR-M
T23		Stopková fréza Ø22	DORMER	22A3R050A25-STN10-C
		SCET		SCET - 060204-UD
		XPET		XPET - 0703AP-SD
T24		Zrážač hrán Ø20	DORMER	S74020.0
T25		Zrážač hrán Ø14	DORMER	S74014.0
T26		Zrážač hrán Ø12	DORMER	S74012.0
T27		Zrážač hrán Ø10	DORMER	S74010.0
T28		Vrták Ø15,8	DORMER	R52015.8
T29		Závitník M8	DORMER	E610M8NO3
T30		Závitník M10	DORMER	E610M10NO3
T31		Závitník M12	DORMER	E610M12NO3
T32		Vrták Ø7,0	DORMER	R1007.0
T33	viď Obr. 17	Špeciálny strojný výstružník Ø22D11	ŠKODA	20-130-0002



Obr. 17 Speciální strojní výstružník Ø22D11 (T33).

Pre výrobu súčasti hlava valcov je potrebné dbať na vysokú presnosť jednotlivých plôch a dier, tomu sú zvolené aj vhodné meradlá na vykonávanie predbežných kontrol medzi operáciami. Všetky meradlá sú uvedené v tab. 16, kde je označenie, znázornenie, názov, výrobca meradla a označenie výrobcom.

Tab. 16 Zvolené meradlá [12; 13; 14].

LIST MERADIEL		Názov súčasti: Hlava valcov		
		Číslo výkresu: 83.005.001		
Číslo meradla	Znázornenie meradla	Názov meradla	Výrobca	Označenie výrobcom
M1		Medzný valčekový kaliber Ø16H7	FORMAT	4124-16
M2		Posuvné meradlo 0 – 800 mm	KMITEX	6016.2.125
M3		Digitálne posuvné meradlo 0 – 150 mm	MITUTOYO	500-150-30
M4		Medzný valčekový kaliber Ø53K6	SCHMALKALDEN	20-130-0059
M5		Medzný valčekový kaliber Ø52K6	SCHMALKALDEN	20-521-0085
M6		Závitový kaliber M8x1,25 – 6H	INSIZE	4130-8
M7		Závitový kaliber M10x1,5 – 6H	INSIZE	4130-10
M8		Závitový kaliber M12x1,75 – 6H	INSIZE	4130-12
M9		Medzný valčekový kaliber Ø30H10	SCHMALKALDEN	10-521-0269
M10	vid' Obr. 18	Meradlo Ø22D11	ŠKODA	10-521-0272
M11		Medzný valčekový kaliber Ø10H7	INSIZE	4124-10
M12	vid' Obr. 19	Číselníkový úchylkomer	ŠKODA	20-522-0045
M13	vid' Obr. 19	Číselníkový úchylkomer	ŠKODA	20-522-0030

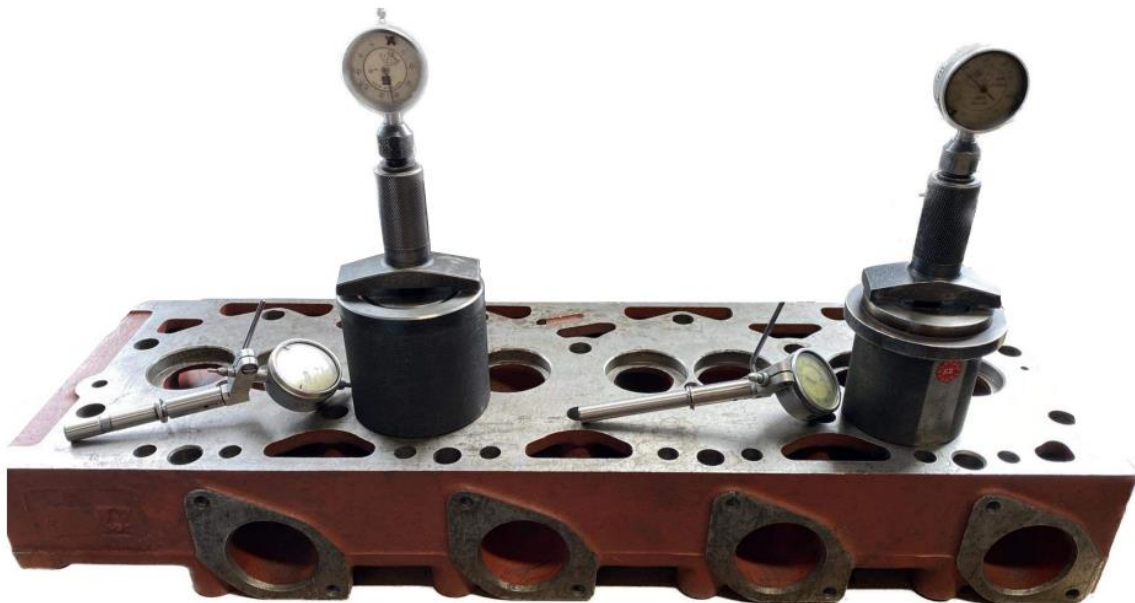
Zvolené nástroje sú kupované z firiem Format, Kmitex, Mitutoyo ale taktiež sú vyrobené na zákazku od firiem Škoda a Schmalkalden.

Meradlo M10 obr. 18 je určené na kontrolu dieru vstrekočača (obr. 15), kde je potrebné zmerať presný priemer $\text{Ø } 22\text{D}11$ do hĺbky 76 mm, následne sa priemer mení na $\text{Ø } 21,5\text{C}11$ s hĺbkou 3 mm a pokračuje na priemer $\text{Ø } 9,8$ mm skrz.



Obr. 18 Meradlo $\text{Ø } 22\text{D}11$ (M10).

Meradlá M12 a M13 sú určené pre kontrolu zrazenia hrán na sedlách ventilov. Meradlo M12 kontroluje zrazenie hrany 45° pre dieru $\text{Ø } 53\text{K}6$ a meradlo M13 zrazenie hrany 30° pre dieru $\text{Ø } 52\text{K}6$ (obr. 19).



Obr. 19 Meradlá na kontrola zrazenia hrán na sedlách ventilov (M12, M13).

4.4 Přípravky

Přípravky možno definovať ako pomocné zariadenia určené [15]:

- k jednoznačnému ustanoveniu a k pevnému uchyteniu súčasti pri jej obrábaní,
- k vzájomnému pridrżaniu súčasti pri ich zostavovaní do celku,
- k vedeniu nástroja,
- ku kontrole rozmerom obrobku.

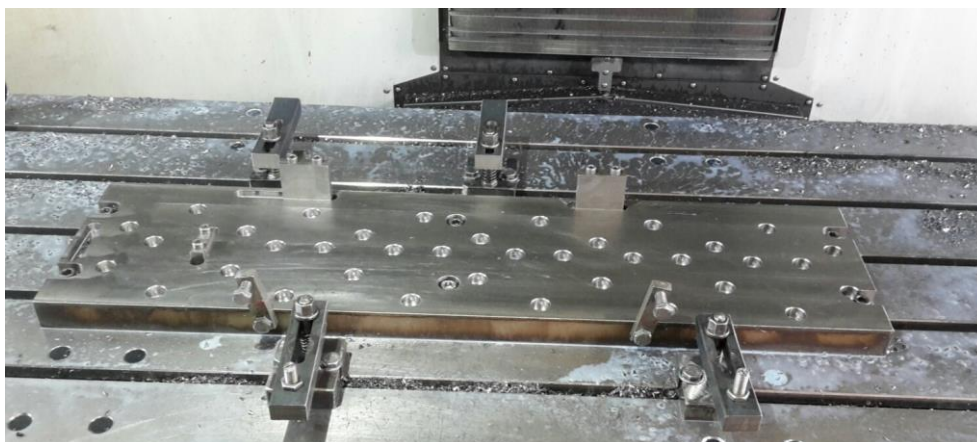
Přípravky určené k výrobe hlavy valcov z hľadiska použiteľnosti spadajú do skupiny špeciálnych prípravkov. Špeciálne prípravky sú určené k upínaniu jedného obrobku v určitej operácii. Jedná sa o jednoúčelové upínacie zariadenia, v ktorých sa obrobok dokonalejšie uloží a upne. Z hľadiska operačného určenia prípravku sa jedná o obrábacie prípravky, ktoré slúžia k upnutiu obrobku v určitej polohe nástroja. Na výrobu hlavy valcov sa využívajú tri prípravky, ktoré boli vyrobené na mieru pre daný polotovar. Výroba prebieha na päť upnutí, z toho tri upnutia sú pomocou prípravkov. [15]

Přípravok č.1 obr. 20 sa používa pri druhom upnutí. Je určený pre operáciu č. 30, pre stroj VF6. Na stól sa upne pomocou magnetu. Přípravok je vybavený dvoma vodiacimi kolíkmi a dvoma šraubami M12 pre dotiahnutie hlavy valcov.



Obr. 20 Přípravok č.1.

Přípravok č.2 obr. 21 sa používa pri treťom upnutí pri operácii č.50, kedy sa pomocou magnetu upne na stól CNC frézy VF6 a poistí štyrmi šraubami M12. Následne sa vložia štyri osobitné prípravky do vodiacich drážok na stole, ktoré slúžia ako mechanizmy na pritiahnutie súčasti k prípravku.



Obr. 21 Přípravok č.2.

Pri upínaní číslo štyri a operácií č.70, bude za potrebu použiť prípravok č. 3 obr. 22. Prípravok je určený pre päť – osé frézovacie centrum C400, na stôl je upnutý za pomoci magnetu ku ktorému je ešte dotiahnutý pomocou ôsmich šráub M12. Prípravok je vybavený dvoma vodiacimi kolíkmi a piatimi závitovými dierami M12 určenými na pritiahnutie hlavy k prípravku.



Obr. 22 Prípravok č.3.

4.5 Voľba strojov

Na opracovanie hlavy valcov sa používajú stroje dostupné na firme. Jedná sa o dve CNC frézovacie centra a práčku na odmastenie po opracovaní. Stroje a ich špecifikácie sú uvedené v nasledovných podkapitolách.

4.5.1 Troj – osé obrábacie centrum

Všetky čelné aj bočné plochy sú opracované na frézovacom centre VF6/40 od firmy HAAS obr. 23, taktiež sa na stroji frézujú a vrtajú požadované diery. Stroj VF6 je vybavený vretenom s výkonom 22,4 kW a rýchlosťou vretena až $8\,100\text{ min}^{-1}$. Kapacita zásobníka je 30 nástrojov s maximálnym priemerom nástroja 64 mm. Na stôl stroja je možné uložiť súčasť s maximálnou dĺžkou 1 626 mm a šírkou 711 mm, pričom nesmie byť ťažšia ako 1 814 kg. Stroj VF6 je vybavený tromi riadiacimi osami a to X, Y a Z, pričom je možnosť využívať aj štvrtú prídavnú osu (rotačná). [16]



Obr. 23 CNC frézovacie centrum VF6 od firmy HAAS [16].

4.5.2 Päť – osé obrábacie centrum

Úlohou nového technologického postupu je prejsť z jednoúčelových stroj na univerzálne stroje a popritom zefektívniť danú výrobu. Vďaka päť – osému centru C400 od firmy HERMLE (obr. 24) je to možné zrealizovať. Stroj disponuje piatimi riadenými osami X, Y, Z a pohyblivým stolom v osách A, C čo zabezpečuje kvalitné a presné vyvrtanie dier pod uhlami. Diery, ktoré sa vrtajú pod uhlami slúžia pre olejové kanály a vstrekovalče. Frézovacie centrum disponuje maximálnymi otáčkami vretena $15\,000\text{ min}^{-1}$ až $18\,000\text{ min}^{-1}$. Na stôl je možné upevniť teleso s priemerom až 650 mm a výškou 500 mm s maximálnou váhou 2 000 kg. Veľkosť upínacieho stola je 1 070 mm x 700 mm. Kapacita zásobníka je 30 nástrojov, stroj je vybavený množstvom doplnkovej výbave ako sú napríklad automatické otváracie dvere, monitorovanie zlomenia nástroja, teplota nástroja, odsávanie hmly z chladiacej emulzie a množstvo ďalších. [17]



Obr. 24 CNC frézovacie centrum C400 od firmy HERMLE [17].

4.5.3 Práčka

Po kompletnom opracovaní je nutné hlavy valcov vyprať v emulzii aby došlo k odmasteniu a kompletnému očisteniu povrchu od zvyškov pilín, chladiacej kvapaliny a ďalších nečistôt. V práčke obr. 25 sa hlava odmastí a vyperie v roztoku ADS etylén glykolýze v teplote zhruba $80 - 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 18 minút.



Obr. 25 Práčka PPS 600 x 550.

5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

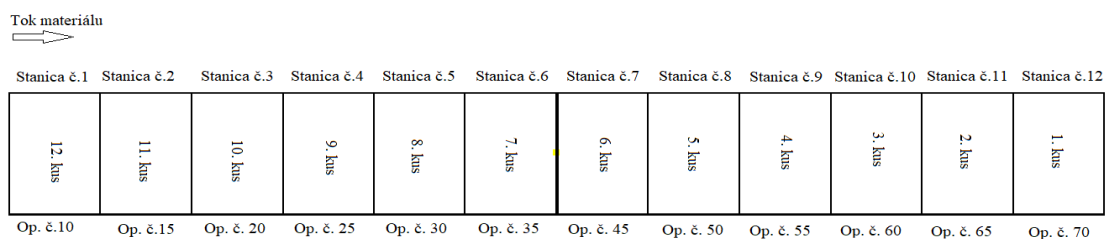
Vyhodnotenie bude zamerané na porovnávanie dvoch odlišných výrob a to sériovej výroby (pôvodná technológia) a kusovej výroby (nová technológia). Pre obidve výroby sú zvolené exaktné hodnoty ceny opracovania, platov, energií a to z toho dôvodu, aby bolo možné výsledky porovnať s čo najväčšou presnosťou.

5.1 Technické zhodnotenie

Pre obidve varianty je vstupný polotovár odliatok. Z hľadiska porovnávania výslednej kvality súčasti má najväčší vplyv celkový počet upnutí pri opracovaní jedného kusu. Pri pôvodnej technológii bolo potrebné obrobok prepnúť 12 krát. Pri novej technológii je jeden kus zhotovený na 5 upnutí. S každým upínaním klesá presnosť výroby. Z hľadiska akosti povrchu sú použité obdobné rezné podmienky, avšak s využitím nových nástrojov. Z hľadiska presnosti, akosti povrchu a celkovej výslednej kvality produktu možno prehlásiť obe varianty za zrovnateľné. Možno tvrdiť, že nová technológia zabezpečí vyššiu kvalitu výsledného produktu.

5.2 Ekonomické porovnanie

Každý podnik je limitovaný tzv. úzkym miestom. Úzke miesto je každý zdroj, ktorého kapacita sa rovná, alebo je menšia ako požiadavky kladené na zdroj. Veľkosť výroby v podniku je obmedzená, a teda aj určená úzkym miestom. Ak by sa v systéme žiadne úzke miesto nenachádzalo, systém by dosahoval svoje ciele neobmedzenou rýchlosťou a v neobmedzenom množstve. Úzke miesto určuje takt výroby, teda tempo uvoľňovania materiálu na vstupe do výroby. Úzke miesto určuje maximálny prietok výrobných objednávok systémom, preto nemá význam uvoľňovať do výroby viac materiálu, ako môže prejsť úzkym miestom. Ak je cieľom maximalizovať prietok výrobným systémom, je potrebné zabezpečiť, aby úzke miesto pracovalo nepretržite s maximálnou mierou využitia. Úzkym miestom v novej technológii sú operácie, ktoré sa vykonávajú na stroji VF6, súčet týchto operácií predstavuje 160 minút. V pôvodnej technológii je úzkym miestom operácia č. 45 (obr. 26), ktorá zaberá 80 minút. [18; 19; 20]



Obr. 26 Schéma opravy na jednocelovej lince.

V tab. 17 a tab. 18 sú vypočítané celkové mesačné a ročné náklady na výrobu hlavy valcov pomocou novej a pôvodnej technológie. Je potrebné zmieniť, že výpočty sú obmedzené iba na výrobu hláv a neberú do úvahy výrobu iných výrobkov (zmienené kvôli strojom použitých v novej technológii). Ako prvý údaj je uvedená cena polotovaru, ktorá je pre obidve výroby 300 € za jeden kus. Ďalej je uvedená cena opracovania v ktorej sú zahrnuté náklady opotrebovania nástrojov, použitá chladiaca kvapalina a stroje. Pre novú technológiu je potrebných 33 nástrojov, cena opracovania je stanovená na 25 € na kus. Pri opracovaní pomocou pôvodnej technológie je potrebných 48 nástrojov, cena opracovania je stanovená na 30 € na kus. Ďalším faktorom, ktorý ovplyvňuje cenu konečného výrobku sú mzdy zamestnancov. Pri pôvodnej technológii bolo potrebné obsluhovať 12 staníc automatickej linky (obr. 26), tým pádom bolo potrebných 12 zamestnancov, avšak pri novej technológii je za potrebu obsluhovať 2 stroje. Na operácie č.105 – č.130 je pridelený jeden človek.

Priemerná mzda v strojárskom sektore je 1 300 € na mesiac, touto sumou sú prenásobené počty zamestnancov pri obidvoch technológiách. Ďalšou podstatnou zložkou je spotreba elektrickej energie, v ktorej je zahrnuté osvetlenie haly a prevádzka strojov. Cena 1 kWh sa pohybuje okolo 0,12 €. Posledným činiteľom ovplyvňujúci konečnú výrobu sú náklady na priestor. Aby bolo možné jednocelovú linku na opracovanie hláv valcov postaviť, bolo tomu nutné prispôbiť výrobnú halu. Výmera výrobnej haly pri pôvodnej technológii bola 25 000 m², výmera novej výrobnej haly je 3 100 m². Do nákladov na prevádzku haly sú započítavané náklady na vykurovanie priestorov čo predstavuje 0,70 € na m³, náklady na údržbu a daň z nehnuteľnosti za rok čo činí 3 € na m².

Tab. 17 Mesačné náklady a zisk na výrobu pri jednozmennej prevádzke.

	Nová technológia	Pôvodná technológia
Materiál	18 300 €	39 900 €
Opracovanie	1 525 €	3 990 €
Mzdy	3 900 €	16 900 €
Elektrika	1 488 €	3 249 €
Náklady na priestor	1 400 €	10 500 €
Počet kusov za mesiac	61	133
Náklady na 1 kus	436,27 €	560,44 €
Cena 1 kus	800 €	800 €
Zisk z 1 kus	363,73 €	239,56 €
MESAČNÝ ZISK	22 187,38 €	31 861,36 €

Počet kusov pri výrobe pomocou pôvodnej technológie je viac ako dvojnásobný. Náklady na opracovanie jedného kusu sú nižšie pri novej technológii a to o 124,17 €. Obchodná cena jedného kusu je stanovená na 800 €. Zisk z jedného kusu je taktiež vyšší u novej technológie. Exaktné hodnoty vyšli taktiež v tab. 18.

Tab. 18 Ročné náklady a zisk na výrobu pri jednozmennej prevádzke.

	Nová technológia	Pôvodná technológia
Materiál	219 600 €	478 800 €
Opracovanie	18 300 €	47 880 €
Mzdy	46 800 €	202 800 €
Elektrika	17 851 €	38 984 €
Náklady na priestor	16 800 €	126 000 €
Počet kusov za rok	732	1 596
Náklady na 1 kus	436,27 €	560,44 €
Cena 1 kus	800 €	800 €
Zisk z 1 kus	363,73 €	239,56 €
ROČNÝ ZISK	266 248,61 €	382 336,32 €

Pôvodná technológia bola navrhnutá pre sériovú výrobu niekoľko tisíc hláv ročne. Takúto produkciu v tom čase bolo možné dosiahnuť len výrobou na jednoúčelovom centre. Je potrebné poukázať na to, že výroba na takomto zariadení bola veľmi efektívna. Aby bola dosiahnuteľná sériovosť 3 200 kusov za rok bolo potrebné zaviesť dvojzmennú prevádzku. Z tab. 19 je zrejmé, že danú sériovosť by nebolo možné zaviesť pre novú technológiu.

Tab. 19 Ročné náklady a zisk na výrobu pri dvojzmennej prevádzke.

	Nová technológia	Pôvodná technológia
Materiál	431 700 €	960 000 €
Opracovanie	35 975 €	96 000 €
Mzdy	46 800 €	202 800 €
Elektrika	35 703 €	77 967 €
Náklady na priestor	16 800 €	126 000 €
Počet kusov za rok	1 439	3 200
Náklady na 1 kus	394,01 €	457,11 €
Cena 1 kus	800 €	800 €
Zisk z 1 kus	405,99 €	342,89 €
ROČNÝ ZISK	584 222,22 €	1 097 232,64 €

5.3 Vyhodnotenie

Aktuálne vo firme prebieha jednozmenná prevádzka a výrobná dávka hlavy valcov je 100 kusov za rok. Túto výrobnú dávku je pri jednozmennej prevádzke možné dosiahnuť v priebehu 2 mesiacov. Celkové náklady na výrobu sú zhodnotené v tab. 20. Hlavné výhody novej technológie opracovania oproti pôvodnej technológii sú vo využiteľnosti strojov pre opracovanie univerzálnych dielcov, finančných úsporách na mzdách zamestnancov, spotrebe elektrickej energie a nákladoch na priestor. Nevýhodou nového technologického postupu je dlhší čas opracovanie, ktorý je vykompenzovaný znížením nákladov spojených s výrobou.

Tab. 20 Celkové náklady a zisky na výrobnú dávku 100 ks.

Použitá technológia	Náklady na 1 ks pri jednozmennej prevádzke	Celkové náklady na výrobnú dávku 100 ks	Zisk z výrobnéj dávky 100 ks
Pôvodná technológia	560,44 €	56 044 €	23 956 €
Nová technológia	436,27 €	43 627 €	36 373 €

Pri aktuálnej výrobnéj dávke 100 kusov je teda prechod z pôvodnej technológie opracovania hláv valcov na novú technológiu správny krok.

Celková úspora v opracovaní oproti pôvodnej technológii predstavuje 12 417 €.

Voľná kapacita CNC strojov použitých pri novej technológii je 10 mesiacov, čo predstavuje 1 600 pracovných hodín. Priemerná cena opracovania je 70 € za hodinu. Pri novej technológii sú použité dva stroje a obrat týchto strojov počas daných 10 mesiacov by bol 240 000 €. Pri pôvodnej technológii by bola jednoúčelová linka využitá iba jeden mesiac pre danú sériovosť 100 kusov, a tým pádom by bola počas ďalších 11 mesiacov nevyužitá.

ZÁVER

Zadanou súčasťou na opracovanie je štvortaktná hlava valcov z oceli EN-GJL-250 (ČSN 42 2425), ktorá slúži ako konštrukčná časť spaľovacieho motora UR-II určeného pre mimocestné vozidlá. Výrobná séria súčasti je 100 kusov za rok.

Pôvodná technológia opracovania hláv valcov bola navrhnutá pre sériovú výrobu a prebiehala na jednoúčelovom centre. Celkový čas opracovania jedného kusu predstavovalo 910 minút (15,16 hod), bolo potrebných 48 nástrojov, 13 meradiel a 12 prípravkov. Postupným poklesom odbytu bol podnik nútený prejsť na kusovú výrobu. Z hľadiska výrobnéj série 100 kusov za rok bola výroba na jednoúčelovom centre neefektívna a neekonomická, teda bolo nutné prejsť na univerzálne obrábacie stroje a tomu prispôbiť novú technológiu opracovania hláv valcov.

Nová technológia opracovania hlavy valcov je navrhnutá pre výrobu na univerzálnych obrábacích centrách a to z dôvodu celoročnej využiteľnosti strojov pre iné zákazky. Výroba prebieha na troj – osom a päť – osom frézovacím centre. Na opracovanie jedného kusa je potrebných 17 operácií čo celkovo predstavuje 410 minút (6,8 hodiny). Postup je zhotovený na päť upnutí, každé upnutie je zabezpečené prípravkom. Je použitých 33 nástrojov na opracovanie, 13 meradiel na kontrolu a 5 prípravkov na upínanie. Hlavnou výhodou nového technologického postupu je využiteľnosť CNC strojov počas celého roka. Výrobnú dávku 100 kusov za rok je možné zrealizovať počas dvoch mesiacov, tým pádom je voľná kapacita strojov ďalších 10 mesiacov (objednávkami naplnené). Pôvodná technológia síce dokáže výrobnú dávku 100 kusov zrealizovať za menej ako mesiac, avšak počas ďalších 11 mesiacov by bola jednoúčelová linka nevyužitá.

Z technického hľadiska je výroba vhodnejšia novým technologickým postupom, ktorý obsahuje menej operácií a menší počet prepnutí čo zabezpečuje presnejšiu výrobu. Z ekonomického hľadiska sú náklady na reálnu výrobnú dávku 100 kusov nižšie o 12 417 € pri použití novej technológie. Taktiež sú naplno využité CNC stroje, na rozdiel od jednoúčelovej linky použitej pri pôvodnej technológii. Prechodom na novú technológiu sa taktiež znižujú náklady na prevádzkovanie výrobnéj haly, na mzdy zamestnancov a spotrebu elektrickej energie.

Zo spracovanej témy vyplýva, že prechod z pôvodnej technológie opracovania hláv valcov na jednoúčelovom centre na novú technológiu opracovania na univerzálnych CNC strojoch bol zo strany firmy efektívny a ekonomický krok vpred.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮV

1. *DS Martin: Album*. Martin, 1998 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: firemní disk
 2. Ponuka: Motory. *OFZ a.s. Prevádzka Martin* [online]. Slovensko: OFZ, 2023 [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://dsas.sk/>
 3. KOZÁK, Ondrej. *TEPELNĚ-MECHANICKÁ ANALÝZA HLAVY VZNĚTOVÉHO SPALOVACÍHO MOTORU* [online]. Brno, c2012 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=54611. Diplomová práce. FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ. Vedoucí práce doc. Ing. PAVEL NOVOTNÝ,
 4. PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002, 392 s. ISBN 80-7204-248-32.5.
 5. VÁVRA, Pavel a Jan LEINVEBER. *Strojnické tabulky pro střední odborná učiliště*. Praha: SNTL, 1984. B-745-16.
 6. ČEP, Robert a PETRŮ, Jana. *TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ V PŘÍKLADECH: Výrobní postupy* [online]. Ostrava: Vysoká škola Baňská – Technická Univerzita Ostrava – Fakulta Strojní, c2013 [cit. 2023-03-05]. ISBN 978-80-248-3014-8. Dostupné z: https://projekty.fs.vsb.cz/463/edubase/VY_01_003/Technologie%20obrabeni%20v%20p%C5%99%C3%ADkladech.pdf
 7. ZEMČÍK, Oskar. *Technologická příprava výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. ISBN 80-214-2219-X.
 8. KALNAŠI, Radoslav. *EKONOMICKÁ ANALÝZA OBRÁBĚCÍHO PROCESU* [online]. Brno, c2012 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=56967. Diplomová práce. FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ ÚSTAV STROJIRENSKÉ TECHNOLOGIE. Vedoucí práce doc. Ing. JAROSLAV PROKOP, CSc.
 9. *DormerPramet: Katalogy* [online]. Česká republika, c2021-2022 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.dormerpramet.com/cz/cs/downloads-catalogs>
 10. *WIDIA: Kategorie nástrojů* [online]. Česká republika: WIDIA Product Group, c2023 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.widia.com/cz/cs/home.html>
 11. *Kennametal: Frézovací nástroje* [online]. Česká republika: Kennametal, c2023 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.kennametal.com/cz/cs/home.html>
 12. *ENářadíNástroje: Měřicí Technika* [online]. Česká republika, c2023 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://www.enaradinastroje.cz/>
 13. *S-STOOLS: Měřidla* [online]. Česká republika, c2023 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://www.stools-shop.cz/>
 14. *M&B Calibr: Posuvná měřidla* [online]. Česká republika, c2023 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://eshop.mbcaltibr.cz/>
 15. ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravy pro obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-214-2336-6.
 16. *Haas Automation: Stroje* [online]. Haas Automation, c2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.haascnc.com/cs.html>
 17. *Hermle AG: Modely* [online]. c2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: https://www.hermle.de/cs/home_cs
 18. Modrák, V: *Plánovanie a organizácia výroby*. FVT TU, Prešov, 2005. ISBN 80–8073-470-4
-

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

19. Kavan, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80–247-0199-5.
20. Takala, J., Malindžák, D., Straka, M.: Manufacturing strategy, Vaasan Yliopisto, Vaasa 2007, ISBN 978-952-476-179-6.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

Symbole

Označenie	Legenda	Jednotka
f_z	Posuv na zub	[mm.z ⁻¹]
n	Otáčky	[mm.min ⁻¹]
P	Výkon	[kW]
R_m	Tvrdosť	[MPa]
t_{a11}	Čas jednotkovej práce stroja v kľudnom stave	[min]
t_B	Dávkový čas v operácií	[min]
t_{AS}	Strojný čas	[min]
v_c	Rezná rýchlosť	[m.min ⁻¹]

Skratky

Označenie	Legenda
C	Uhlík
CNC	Computer Numerical Control
CO	Oxid uhoľnatý
HC	Uhl'ovodíky
HSS	Rýchlorezná oceľ
Mn	Mangán
NO _x	Oxidy dusíka
P	Fosfor
P _m	Pevné častice
S	Síra
Si	Kremík
SK	Slinutý karbid
T	Preplňovaný
TAA	Preplňovaný s medzichladičom vzduch/vzduch
TWA	Preplňovaný s medzichladičom voda/vzduch

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1 Pôvodný technologický postup

TECHNOLÓGICKÝ POSTUP OPRACOVANIA				Operácie	Číslo výrobku	Práca	Práca	Práca
				45	63.005.001			34
Doty	Popis práce			n	h	l		
	Vŕtanie							
1.	Upnúť detail do prípravku.							
	Prípravok							10-423.0795
	Záver							10-415-0889
	Upín.stôl							0N 243258
2.	Vŕtať otvor ϕ 22D11 na ϕ 21 - 4x.			25N	025			
	Rýchlosť.hl.							ČSN 241332
	3							
	Vrták ϕ 21							ČSN 221140
	Vložka 3/2							ČSN 241333
3.	Vŕtať otvor ϕ 9,5 A11 na ϕ 9 - 4x.			7N0	077			
	Vrták ϕ 9							PN 221150
	Vložka 3/1							ČSN 241333
4.	Výhrubovať otvory na ϕ 21,6, ϕ 9,4 a zahľbit na ϕ 21 /otvor ϕ 21,5 C11/.			35S	056			
	Konb.nástroj							20-135-0021
	Výhrub. ϕ 9,5							20-135-0022
	Vložka 3/2							ČSN 241332
	Záver	Práca od	Datum	Podpis	Int. zm.	Záver	Práca od	Datum
	Výpracoval sňa							
	TROJIMENKO							18 IV. 1989
	SKROTAROV, čka							

ČSN 210 45548-03 - G 702

