

TECHNOLOGICKÝ PROJEKT JEDNOÚČELOVÉ DVOUSTUPŇOVÉ PŘEVODOVKY

Zuzana Šnajdrová

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Zuzana ŠNAJDROVÁ

Studijní program: B 3909 Procesní inženýrství

Studijní obor: Technologická zařízení

**Téma práce: Technologický projekt výroby jednoúčelové
dvoustupňové převodovky ELE**

Zásady pro vypracování:

- 1. Uvedte kritéria pro výběr projektu**
- 2. Provedte popis cílů, kterých má být dosaženo**
- 3. Uvedte návrh profesí, výrobních ploch a popis výrobků**
- 4. Vypracujte technologickou zprávu**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce

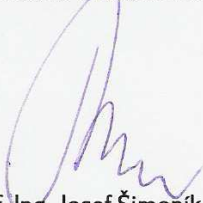
Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Karel Kocman, DrSc.**

Ústav výrobního inženýrství

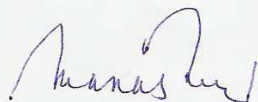
Datum zadání bakalářské práce: **14. února 2006**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. června 2006**

Ve Zlíně dne 1. února 2006


prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem mé bakalářské práce je vyhotovit návrh zcela nového druhu převodovky. Tento projekt je vyvíjen pro strojírenskou firmu, která potřebuje převodovku s vylepšenými parametry. Nový produkt nabízí větší výkon, lepší účinnost a nižší spotřebu pohonných hmot. Firma chce tuto převodovku zařadit do své nabídky produktů. Tím očekává růst tržeb, zvýšení konkurenceschopnosti a posílení pozice na trhu. Zároveň se snaží vytvořit nové pracovní pozice.

Klíčová slova: Převodovka ELE, obráběcí centrum, konstruovat, konkurence, projekt

ABSTRACT

The goal of my bachelor thesis is to produce a design for completely new type of gear-box. This project is developed for engineering company that needs gear-box with more advanced parameters. New product offers bigger performance, better efficiency and lower fuel consumption. Company wants to include this gear-box in its product portfolio. By doing so it expects to increase sales, improve ability to compete and to fortify its position on the market. At the same time company wants to create new working positions.

Keywords: gear-box ELE, shaping machine tool, construct, competition, project

Poděkování, motto

Úvodem bych chtěla poděkovat panu prof. Ing. Karlu Kocmanovi za vedení, cenné informace a konzultace, které mi při zpracování bakalářské práce velmi pomohly. Zároveň bych chtěla poděkovat své rodině, že mi umožnila studovat

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně 9. května 2006

.....

OBSAH

ÚVOD.....	7
KRITÉRIA PRO VÝBĚR PROJEKTU	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 POPIS CÍLŮ, KTERÝCH MÁ BÝT DOSAŽENO.....	11
1.1 HLAVNÍ CÍLE PROJEKTU	11
2 POPIS VÝROBKU.....	13
2.1 TECHNICKÉ PARAMETRY PŘEVODOVKY.....	14
2.2 POUŽITÍ PŘEVODOVKY ELE.....	15
2.3 POŽADAVKY NA VÝROBU.....	15
2.4 VÝROBA PŘEVODOVKY ELE.....	15
3 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	17
3.1 OBLAST TECHNICKÉ PŘÍPRAVY VÝROBY.....	17
3.2 OBLAST STROJŮ A ZAŘÍZENÍ.....	18
3.3 OBLAST ŘÍZENÍ KVALITY	19
4 SOUČASNÝ STAV STROJOVÉ ZÁKLADNY	20
5 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ – KATALOG STROJŮ.....	22
5.1 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ.....	26
5.2 AKTUÁLNÍ CENY POŘÍZENÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
6 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY.....	34
7 PŘÍKLAD KALKULACE NÁKLADŮ.....	50
8 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝROBU JEDNÉ PŘEVODOVKY	51
9 NÁVRATNOST VLOŽENÝCH PROSTŘEDKŮ DO NOVĚ	53
10 PROFESNÍ SKLADBA A POČET PRACOVNÍKŮ	55
11 MEZIOPERAČNÍ MANIPULACE A MONTÁŽ.....	57
12 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ ROZMÍSTĚNÍ STROJŮ.....	59
13 ZÁVĚR.....	60
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	63
SEZNAM OBRÁZKŮ	64
SEZNAM TABULEK.....	65
SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

Vývoj a výroba převodovky ELE je velmi nákladný, složitý a časově velmi náročný projekt. I přestože bude třeba zkompletovat a obnovit strojový park, vyřadit tak morálně opotřeбенé a zastaralé výrobní zařízení a vyškolit pracovníky, je její vývoj nutností. Předkládám studii, která tento projekt představí blíže.

S prudkým rozvojem techniky rostou neustále i požadavky na vyšší úroveň technické přípravy pro realizaci výrobků. Většinu strojů a zařízení je nutno navrhnout a vyrábět na základě lepších návrhů s vyššími parametry, vyšší spolehlivostí a s efektivnějším využíváním materiálů i energií.

V minulosti se při konstruování věnovala hlavní pozornost především dosahování lepších technických parametrů. V současné době se dále zvyšují požadavky na nové výrobky zejména v oblasti spolehlivosti, estetiky a ergonomiky, manipulace apod. U složitějších zařízení je stále více nezbytná částečná nebo úplná automatizace výroby, což vyvolává i další požadavky, např. na uspořádání výroby, volbu strojů, jejich diagnostiku a v neposlední řadě i na ekologii.

Vývoj a výroba ozubených převodů a převodovek je velmi důležitá, protože jde o zařízení, která jsou nezbytnou součástí pro všechny průmyslové obory. Je zcela jasné, že trh je otevřen pouze výrobkům, které jsou svými parametry schopné konkurence. Jedná se tedy o kvalitu, rychlost dodávky a servis.

Naše strojírenství vyrábí převodovky zejména pro průmyslové účely, které jsou vhodné pro přenos a redukci otáčivého pohybu různých strojů, např. čerpadla, dopravníky, zdvihací zařízení. Převodovka ELE je určena pro pojezdový mechanismus nízko- a vysokozdvíhacích manipulačních vozíků..

Výrobou převodovky ELE a rozšířením produktu na trhu docílí firma zvýšený obrat společnosti, zvýšení počtu pracovníků při částečné modernizaci výrobní základny.

KRITÉRIA PRO VÝBĚR PROJEKTU

- vliv realizace projektu na životní prostředí
- proveditelnost projektu musí respektovat studii proveditelnosti (reálnosti v existujících podmínkách)
- splňovat investiční možnosti zadavatele projektu

PROJEKT MUSÍ SPLŇOVAT NĚKTEROU Z NÁSLEDUJÍCÍCH PODMÍNEK

- využít nejnovější výsledky výzkumu a vývoje
- disponovat funkčním vzorkem výrobku
- prokázat existenci mezery na trhu

SILNÉ STRÁNKY PROJEKTU

- loajální a zkušení zaměstnanci
- variabilní výrobní základna
- ekonomická a finanční stabilita
- rychlá reakce na požadavky zákazníka
- schopnost technického a výrobního zpracování náročných výrobků

HROZBY A RIZIKA PROJEKTU

- dovoz konkurenčních výrobků
- rostoucí náklady
- nestabilita dodavatelů – odběratelů
- odliv kvalifikovaných techniků do jiných firem v zahraničí
- nedostatek kvalifikovaných pracovníků na trhu práce
- tlak na růst mezd
- morálně opotřebované a zastaralé výrobní zařízení

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POPIS CÍLŮ, KTERÝCH MÁ BÝT DOSAŽENO

- návrhy pořízení a následná instalace nové technologie
- zavedení nových pracovních a výrobních postupů
- zaškolení obsluhy
- rozšíření výrobní základny
- zvýšení přesnosti výroby
- zvýšení konkurenceschopnosti podniku
- rozšíření podnikatelských aktivit

1.1 HLAVNÍ CÍLE PROJEKTU

- zvýšení konkurenceschopnosti v odvětví
- zvýšení a udržení zaměstnanosti v oblasti se zvýšenou nezaměstnaností
- zvýšení obrátu společnosti výrobou převodovky ELE
- zvýšení obrátu použitím převodovky i na jiné pohonné systémy
- zvýšení produktivity práce
- zvýšení počtů pracovníků firmy
- změna provozních nákladů
- zvýšení obrátu na pracovníka
- rozšíření sortimentu o jeden výrobek, vyráběný ve významném množství
- posílení pozice výrobce ozubených kol a převodovek
- výroba vysoce kvalitního produktu

Pokud budou pořízeny a nainstalovány stroje, k nim zaškolená obsluha, zajištěny dodávky odběratelům, bude vše připraveno k rozběhnutí sériové výroby. Tato sériová výroba zajistí

firmě další zákazníky, upevní pozici firmy na trhu a tím posílí její konkurenceschopnost.

DŮVODY VÝVOJE VÝROBKU

Vývoj a následná výroba převodovky ELE je reakcí na vyhledávání českého dodavatele tohoto výrobku pro německý koncern, který v případě úspěchu zaručuje minimální objem dodávky 10 000 ks ročně po dobu 6 let s možností, že objem dodávky se může zvýšit. Samotný vývoj a ověřování výrobku trvaly 2,5 roku. Ověřování se dělo za spoluúčasti odběratele.

.

2 POPIS VÝROBKU

Převodovka ELE má jedinečné vlastnosti , které ji odlišují od konkurenčních výrobků, a to tím, že splňuje extrémní nároky svými vlastnostmi. Převodovka ELE je mechanická, dvou-stupňová, má tedy dva převodové stupně s povrchově tvrzeným čelním šikmým ozubením. Pastorek prvního převodového stupně je nasazen přímo na hřídel motoru, přičemž příruba motoru je integrovanou součástí vnitřního olejového prostoru skříně.

S ohledem na minimalizaci zastavěného prostoru má ozubené kolo speciální tvarování. Hřídele převodovky jsou uloženy v kuličkových ložiskách. Výstupní hřídel je těsněn proti vnitřním nečistotám a úniku maziva hřídelovým těsněním. Na volný konec výstupního hřídele je při montáži do vozíku namontováno pojezdové kolo, takže převodovka je namáhána všemi statickými i dynamickými silovými účinky , které vyplývají ze zatížení a pojezdu vozíku.

Skříň je kokilový odlitek z tvrzené hliníkové slitiny. Spodní část skříně slouží jako nádrž maziva, v níž se brodí člen ozubeného soukolí. Pro napuštění, vypouštění a kontrolu slouží otvory se zátkami.

VÝVOJEM PŘEVODOVKY ELE MUSÍ BÝT SPLNĚNY POŽADAVKY NA:

- vysokou a reprodukovatelnou kvalitu provedení
- vysokou a spolehlivou únosnost odlitku skříně
- minimalizaci výrobních nákladů
- minimální hlučnost v celém provozním režimu
- prakticky žádnou údržbu během životnosti

2.1 TECHNICKÉ PARAMETRY PŘEVODOVKY

• výkon	0,8 kW
• zatěžovatel	S2-60 min
• výstupní otáčky	130ot/min
• radiální zatížení poj.kola statické	6 500 N
• radiální zatížení poj.kola dynamické	9 000N
• axiální zatížení poj. kola statické	2 940 N
• axiální zatížení poj. kola rázové je nepřípustné	
• převodový poměr	cca 30
• životnost	2 500 provozních hodin
• rozběh-brzdění	celkem 500 000 cyklů
• hlučnost ve vzdálenosti 1m	65 dB (A) při otáčkách motoru vlevo i vpravo s olejem, bez zatížení

Převodovka ELE je novým originálním výrobkem, který výrazně překročuje běžné standardy dostupné na trhu. Jedná se tu zejména o:

- vysokou dynamickou a statickou pevnost optimalizované skříňe z hliníkové slitiny
- použití ozubení s nestandardním profilem
- použití ozubení s podélnou modifikací
- extrémně nízkou hlučnost převodovky, která je důsledkem předchozích konstrukčních opatření a přesnosti výroby rotačních dílců

Vysoké parametry výrobku musí být snadno a efektivně vyrobitelné. Sériová výroba převodovky je samozřejmostí.

2.2 POUŽITÍ PŘEVODOVKY ELE

Trh převodovek je v podstatě nasycený, a proto je obtížné najít mezeru a tu zaplnit svým produktem. Převodovka ELE takovým produktem je. Splňuje jak vysoké nároky technické, tak i požadavky na provoz, zejména na nízkou hlučnost.

Převodovka ELE byla vyvinuta zejména pro použití do vysokozdvížných vozíků, které jsou používány v supermarketech a jiných veřejných místech, kde je nízká hlučnost rozhodujícím faktorem.

Společně s asynchronním motorem napájeným napětím 24 V a řízeným frekvenčním měničem tvoří regulovatelný pohonný systém určený pro vozíky ELE. Vzhledem k dosažení vysokým technickým parametrům převodovky je však připravováno rozšíření i použití na jiné typy vozíků.

2.3 POŽADAVKY NA VÝROBU

Předpokladem pro splnění požadovaných parametrů nejsou jen technické vlastnosti stroje, ale i jakost obráběných polotovárů a dílců, které lze vyrobiť pouze na přesných soustružnických automatech. Nezbytným předpokladem pro splnění všech požadavků na jakost a produktivitu výroby je kvalitně provedená technická příprava výroby jejíž součástí je i tvorba řídicích programů pro obrábění na CNC strojích (soustruhy, frézky, vrtačky).

2.4 VÝROBA PŘEVODOVKY ELE

Jedná se o zcela nový druh s významnými inovačními prvky. Sériová výroba je podmíněna použitím technologií, které budou klást důraz nejen na parametry převodovky, ale i na

produktivitu a náklady. Musíme tedy nasadit výkonné a přesné stroje, produktivní nástroje a ve vztahu k nim optimální technologické postupy.

3 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

3.1 OBLAST TECHNICKÉ PŘÍPRAVY VÝROBY

TECHNOLOGICKÁ DOKUMENTACE – není úplná a zejména u obrábění ozubení schází definice upínání součástí

- řezné podmínky (čas trvání operací)
- předpisy dělicích a diferenciálních kol

Stav technologické dokumentace v oblasti ozubení není zcela optimální proto, že technologické oddělení firmy nemělo technologa, specialistu na ozubárenskou technologii. Zavedení této funkce je navrhovanou nutností, protože výroba ozubených kol bude v budoucnu růst.

NÁSTROJE – odvalovací frézy jsou převážně nakupovány od českých výrobců. Nemají potřebnou životnost a výkonnost. Špatný stav je v upínacích elementech nástrojů. Frézovací trny vykazují nadměrné obvodové házení. Distanční podložky pro axiální ustavení odvalovací frézy na frézovacím trnu nemají rovnoběžná čela, nebo jsou čela poškozena.

S těmito elementy není možné ustavit frézu tak, aby radiální házení nepřevyšovalo 0,005 mm. Přes veškeré úsilí, časově velmi náročné ustavení nástroje se u ozubených kol s malým počtem zubů nepodařilo dosáhnout přesných požadovaných hodnot. Takový stav je v sériové výrobě naprosto nepřijatelný.

PŘÍPRAVKY A UPÍNAČE – pro frézování ozubení jsou většinou řešeny jako stavebnicové. Maximálně tak využívají stávající částí přípravků (upínačů). Nahrazovány jsou pouze části, které nejsou vyhovující vůči obráběným ozubeným kolům. To pak vede mnohdy k nedostatečné přesnosti přípravků a v neposlední řadě k nízké tuhosti soustavy. To má za následek snižování řezných parametrů a tím zbytečné zvyšování času obrábění, zvyšování nákladů, tedy snížení produktivity.

3.2 OBLAST STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

-zahrnuje stávající obráběcí stroje, kontrolní a měřicí přístroje, speciální nástroje a speciální měřidla.

STÁVAJÍCÍ OBRÁBĚCÍ STROJE

Soustruhy- jsou sice dostačující po stránce kvality a kapacity, jsou však morálně zastaralé, vykazují dlouhé vedlejší časy, dlouhé časy obrábění, vysoké náklady na obrábění. Z toho vyplývá nízká produktivita.

Odvalovací frézky - velmi kritická situace jak z hlediska kvality , tak i produktivity (dlouhé časy frézování, nízké řezné podmínky, vysoké náklady na obrábění). Opotřebení odvalovacích frézek MODUL 250, morálně zastaralých, je kritické. Opotřebení strojů se projevuje při vyšších řezných výkonech. Pro produktivní frézování je nutné pořídit novou CNC odvalovací frézku.

Brusky na otvory - po stránce kvality a kapacity vyhovují. Je však nutné je dodatečně opatřit ramenem pro broušení čela náboje současně s otvorem.

Hrotová bruska- pro broušení komponentů ELE vyhovuje.

Bruska na ozubení CZEPEL FKA 326-10- vyhovuje jak přesností broušení, tak po stránce kapacity. Nevyhovující jsou používané upínací přípravky a nezvládnutá výroba podélných modifikací.

3.3 OBLAST ŘÍZENÍ KVALITY

-zahrnuje mezioperační a konečnou kontrolu.

MEZIOPERAČNÍ KONTROLA OZUBENÍ - je prováděna po seřízení stroje (odvalovací frézky) na příslušné operaci. Podle výsledků měření se na stroji provádí nezbytné seřízení. Při výrobě vzorků bylo kontrolováno každé ozubené kolo. Kinematické úchyly byly měřeny na přístroji MAAG PH60 s grafickým záznamem.

Úchylka obvodového házení byla kontrolována na hrotovém přístroji s číselníkovým úchylkoměrem. Rozměr přes zuby byl měřen talířkovým mikrometrem. Toto měření vyhovuje však pouze pro výrobu vzorku, pro sériovou výrobu je naprosto nevyhovující.

KONEČNÁ KONTROLA OZUBENÍ - je prováděna po chemicko tepelném zpracování a dokončení pastorků a kol připravených pro montáž. V našem případě byly opět kontrolovány úchyly každého kola či pastorku stejným způsobem, jako bylo popsáno v předcházejícím odstavci. I toto měření je však dostačující pro vývoj a výrobu tohoto vzorku, nikoli však při sériové výrobě.

MĚŘIDLA - na ozubení jsou zajištěna v dostatečném množství, jsou pravidelně kontrolována a opatřena kontrolní známkou. Pro úzké ozubení věnce kol však zcela schází měřidlo pro měření míry přes kuličky (válečky). Měří se talířkovým mikrometrem na hranách zubů, což je nepřesné. Chybí i přístroj pro dílenské měření dvoubokého odvalu.

4 SOUČASNÝ STAV STROJOVÉ ZÁKLADNY

	Ks	Stáří
Soustruhy hrotové	10	9-44
Soustruhy revolverové	7	13-41
Soustruh vertikální	1	42
Soustruh poloautomatický přírubový	9	12-16
Soustruh poloautomatický tyčový	4	13-16
Vyvrtávačky horizontální	1	30
Frézka univerzální	16	17-44
NC a CNC frézky	2	11-17
Centra obráběcí horizontální	11	15-17
Vyvrtávačky vertikální	3	12-16
Vrtačka radiální	2	17-52
Vrtačky stolní a sloupové	5	13-52
Brusky na otvory	4	13-47
Brusky na kulato	4	15-44
Brusky rovinné	4	12-36
Obrážečky	5	16-50
Protahovačky vertikální	1	29
Frézky na ozubení	11	16-41
Brusky na ozubení	5	14-38

Tab.I

Se zřetelem na současný stav výrobní základny by výrobní a dodavatelská struktura měla bez ohledu na výrobní náklady vypadat takto:

Skříň - kokilový odlitek: externí dodavatel, opracování vlastní firma

Ozubená kola a pastorky: výkresová dokumentace a technologie ozubení :vlastní
firma, výroba: externí firma

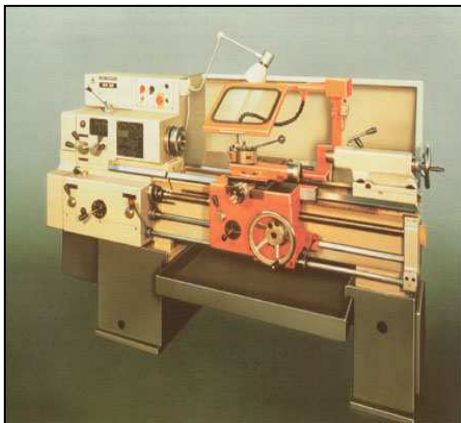
Výstupní hřídel: výroba v externí firmě

Víko: dodávka úplného dílce externí firmou

Montáž, ověřování: vlastní firma

5 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ – KATALOG STROJŮ

1) HROTOVÉ SOUSTRUHY



Obr.1

Hrotový soustruh SN 32

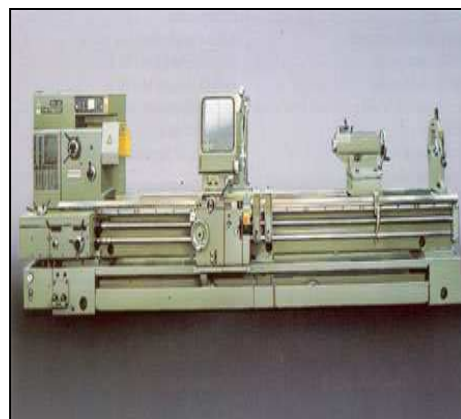
- ❑ oběžný průměr nad ložem: 330 mm
- ❑ oběžný průměr nad suportem: 168 mm
- ❑ vzdálenost mezi hroty: 750, 1000 mm
- ❑ max. hmotnost obrobku v hrotech: 132 kg



Obr.2

Hrotový soustruh N 630N

- ❑ oběžný průměr nad ložem: 645 mm
- ❑ běžný průměr nad suportem: 350 mm
- ❑ vzdálenost mezi hroty: 1500 mm
- ❑ max. hmotnost obrobku v hrotech:
1500 – 4000 kg



Obr.3

Hrotový soustruh SUI 63

- ❑ oběžný průměr nad ložem: 630 mm
- ❑ oběžný průměr nad suportem: 350 mm
- ❑ vzdálenost mezi hroty: 1500-4000 mm
- ❑ max. hmotnost obrobku
v hrotech: 1600 kg

2) CNC SOUSTRUHY HYUNDAI



Obr.4

HiT-8S

- ❑ Sklíčidlo: $\varnothing$ 160 mm
- ❑ Max. točný $\varnothing$ 300 mm
- ❑ Motor vřetena: 10,3 kW
- ❑ Rychloposuvy: 30m/min



Obr.5

HiT-15S

- ❑ Sklíčidlo: $\varnothing$ 203 a 254 mm
- ❑ Max. točný $\varnothing$ 404 mm
- ❑ Motor vřetena: 15 kW
- ❑ Rychloposuvy: 30 m/min

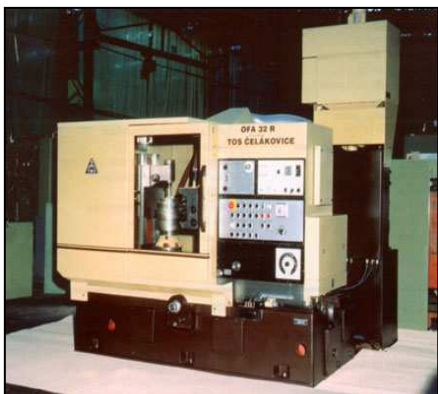


Obr.6

HiT- 180

- ❑ Sklíčidlo: $\varnothing$ 160 mm
- ❑ Otáčky vřetena: 60-6000 ot./min
- ❑ Max. výkon na vřetenu: 7,5 kW
- ❑ Max. obráběná délka: 300/250

3) ODVALOVACÍ FRÉZKY



Obr.7

Odvalovací frézka OFA 32 R

- ❑ modul fréz. ozubení: 7 mm
- ❑ max. průměr fréz. ozubení: 320 mm
- ❑ min. počet zubů fréz. kola: 6
- ❑ max. úhel sklonu zubů: $\pm 45^\circ$
- ❑ max./min. vzdálenost osy
nástroje od osy stolu: 300/40 mm



Obr.8

Odvalovací frézka OFA 75

- ❑ max. modul fréz. ozubení: 12 mm
- ❑ max. průměr fréz. ozubení: 750 mm
- ❑ min. počet zubů fréz. kola: 8
- ❑ max. úhel sklonu zubů: $-45^\circ, +8^\circ$
- ❑ max./min. vzdálenost osy
nástroje od osy stolu: 580/60 mm



Obr.9

Odvalovací frézka OFA 16B

- ❑ max. modul fréz. ozubení: 4 mm
- ❑ max. průměr fréz. ozubení: 160 mm
- ❑ min. počet zubů fréz. kola: 6
- ❑ max. úhel sklonu zubů: $\pm 85^\circ$
- ❑ max./min. vzdálenost osy
nástroje od osy stolu: 205 mm

4) OBRÁBĚCÍ CENTRA



Obr.10

SPT-V30TD

- ❑ Rozměry stolu: 2 x 600 x 450 mm
- ❑ Motor vřetena: AC 5,5 kW
- ❑ Max. otáčky: 8000 ot./min
- ❑ Počet nástrojů: 14



Obr.11

SPT-V18S

- ❑ Rozměry stolu: 900 x 410 mm
- ❑ Motor vřetena: AC 11 kW
- ❑ Max. otáčky: 9000 ot./min
- ❑ Rychloposuvy: 30 m/min



Obr.12

SPT-T30

- ❑ Rozměry stolu: 600 x 380 mm
- ❑ Motor vřetene: AC 5,5 KW
- ❑ Max. otáčky: 10000 ot./min
- ❑ Rychloposuvy: 48 m/min

5.1 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

Firma musí pořídit několik nových strojů :

Hrotový soustruh SUI 63

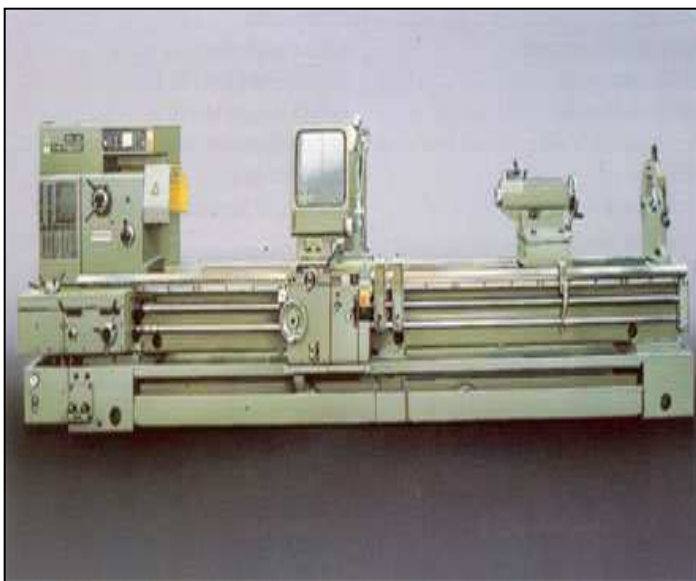
Soustruh HiT- 180

Odvalovací frézka OFA 16B na frézování ozubených kol

Obráběcí centrum svislé HYUNDAI 400

Přístroj pro dílenskou kontrolu ozubených kol

Hrotový soustruh SUI 63



Obr. 13

Hrotový soustruh typu SUI 63 je určen pro obrábění přírubových a hřídelových součástí. Vyniká pracovní přesností a jednoduchostí provedení i obsluhy. Velký pracovní rozsah a možnost bohatého vybavení příslušenstvím dávají těmto soustruhům charakter všestranné univerzálnosti, uplatňované především v malosériové a kusové výrobě. Nastavitelné pevné narážky však umožňují opakované přesné podélné a čelní soustružení ve středně sériové výrobě. Tuhost hlavních částí soustruhů je zárukou vysoké přesnosti obrábění. Koncepce

soustruhů odpovídá bezpečnostním předpisům. Při jejich řešení bylo přihlédnuto k požadavkům ochrany životního a pracovního prostředí.

Soustruh HiT 180



Obr.14

Soustruh HiT 180 je určen pro soustružení přesných součástí. Díky spolehlivosti a vysokému výkonu je ideální pro sériovou výrobu. Při výběru rozhodovala jak cena tak již zmiňovaný výkon. Nový soustruh HiT 180 nahrazuje stávající (a v Evropě velmi vyhledávaný) model HiT 20M. Nový stroj prošel inovací zásadního rázu, především se konstrukce podporu osy X z přímé polohy na šikmou.

Velmi těžký litinový základ je výrazně mohutnější s ještě širší roztečí valivého vedení osy. Přesnost a tuhost tohoto základního prvku, který je nezbytný pro to, aby stroj obstál v náročných pracovních podmínkách nepřetržité pracovního cyklu při výkonovém a vysoce přesné obrábění. Ostatně to je hlavní přednost všech obráběcích strojů značky Hyundai.

sklíčidlo: $\varnothing$ 200 mm

maximální obráběná délka: 280 mm

otáčky vřetena: 45 – 4500 ot./min

maximální výkon: 7,5 kW

rychloposuv: 30/30 m/min

Odvalovací frézka OFA 16B



Obr. 15

Odvalovací frézka OFA 16 B je určena pro frézování ozubených kol čelních s přímými i šikmými zuby, řetězových kol, šnekových kol frézovaných radiálním způsobem, drážkových hřídelí, ozubených kol s podélnou modifikací a jiných druhů ozubení frézovaných odvalovacím způsobem.

Stroj je vhodný pro sériovou i kusovou výrobu. Pro hromadnou výrobu se dodává stroj v seřízeném provedení, vybavený zařízením k automatické manipulaci s obrobkem. V základním provedení je stroj vybaven řídicím systémem Allen Bradley a pohony od firmy Indramat. Stroj má tři řízené osy.

příkon stroje: 15 kVA

Ø pracovního vřetene: 130- 130 mm

výkon pohonu vřetene: 37 kW

příčné přestavení stolu (x): 2000-3500 mm

svislé přestavení stolu (y): 1600-2500 mm

maximální hmotnost obrobku: 12 000 kg

celkový příkon stroje: 86 kVA

Obráběcí centrum svislé SPT-30



Obr.16

Obráběcí centrum svislé SPT- 30 představuje svou vysokou rychlostí, výkonem a přesností špičku mezi současnými vertikálními obráběcími centry své třídy. Vertikální obráběcí centrum řady SPT řeší komplexně, produktivně a hospodárně potřeby zákazníka v oblasti technologie vrtání a frézování.

Velmi rychlé CNC vertikální dvoupaletové vrtací, závitovací a frézovací centrum určené především pro velmi výkonné a přesné vrtání a vysoce rychlostní tuhé závitování s možností frézování.

stůl: 600 x 380 mm

max.hmotnost obrobku: 200 kg

zdvihy (x, y, z): 500/300/300 mm

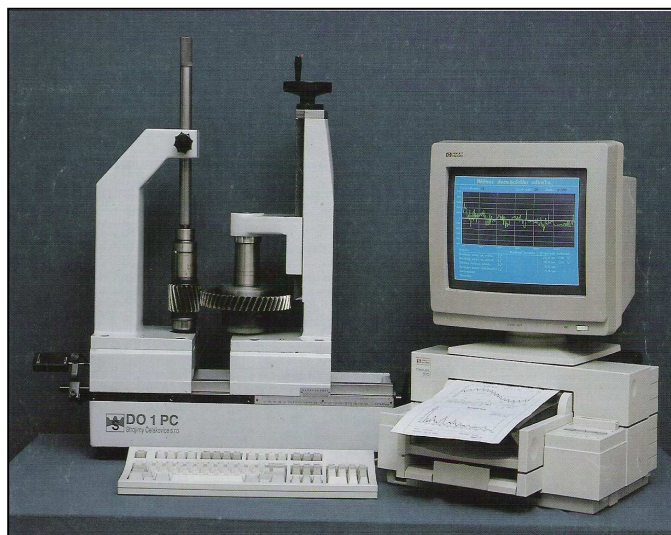
kužel vřetene: 30 ISO

rychloposuvy (x, y, z): 48 m/min

počet nástrojů: 14 ks

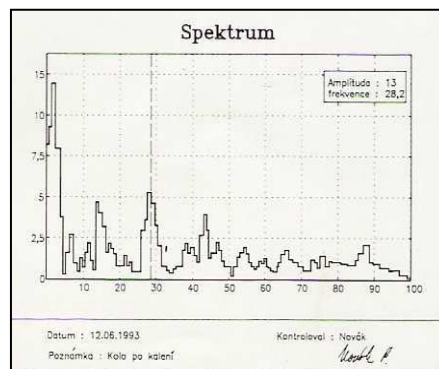
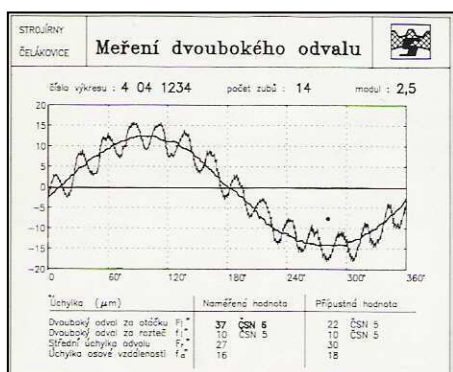
motor pohonu vřetene: 5,5 kW

Přístroj pro dílenskou kontrolu ozubených kol DO 1PC



Obr.17

Přístroj pro dílenskou kontrolu ozubených kol DO 1PC je stavebnicově koncipovaný měřicí přístroj určený k měření všech druhů ozubených kol a soukolí. Ve spojení s výkonným počítačem poskytuje přístroj DO 1PC dokonalou informaci o ozubení měřeného kola.



5.2 AKTUÁLNÍ CENY POŘÍZENÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

V předchozích odstavcích jsou specifikovány nové stroje. Jejich pořízení představuje následující náklady:

Název stroje a zařízení	Předpokládaná cena v Kč
Hrotový soustruh SUI 63 starší	80 000
Soustruh HYUNDAI HiT 180 s průchozím vřetenem	5 000 000
Odvalovací frézka OFA16 určena pro frézování ozubených kol	5 000 000
Obráběcí centrum svislé SPT-30 včetně přípravků	4 500 000
Dvouboký odval DO- PC, kontrolní přístroj včetně trnů a porovnávacích kol	600 000

Odvalovací frézy s vysokým řezným výkonem:

Jednochodé: $m=1,25$, $h_a=1,35$, $D=80$, $d=40$, $l=160$, AA – 2 kusy

$m=1,50$, $h_a=1,00$, $D=80$, $d=40$, $l=160$, AA – 2 kusy

Tříchodé: $m=1,25$, $h_a=1,35$, $D=80$, $d=40$, $l=160$, AA – 2 kusy

$m=1,50$, $h_a=1,00$, $D=80$, $d=40$, $l=160$, AA – 2 kusy

Odvalovací frézy celkem:

Zkušební stanice pro záběh převodovek	200 000
Palety na ozubená kola	500 000
Zařízení na odmagnetování	50 000
Mikrofon, analyzátor pro měření hluku a vibrací	1 200 000
Vybavení montáže převodovek	1 000 000
Dutinoměry tisícínové,	300 000

CELKEM

18 430 000 Kč

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY

Postupy jsou vytvořeny s ohledem na výrobu 10 000 ks za rok, vyráběných v dávkách 500 ks. Výkresy všech dílců převodovky jsou uvedeny v příloze č. 1. Přehled profesí viz.příloha č. 2.

č. dílce	CELKOVÁ SESTAVA	č. výkresu: 4580100
č. operace	obsah operace	časy: hlavní přípravný
č. profese		T _A T _B
1 09521	Jednotlivé dílce prohlédnout a připravit na montáž. Do skříně POZ. 1: Narazit gufero POZ. 19: ložisko POZ. 18: Navléknout hřídel POZ. 6: včetně distančního kroužku. POZ. 33: ložiska POZ. 18: pojistit kroužkem POZ. 20: Narazit pera POZ. 26: ložisko POZ. 16: pastorek POZ. 9: kolo POZ. 10: ložisko POZ. 16: Zajistit kroužky POZ. 21: 22: narazit pero POZ. 26: do vložky. Narazit ložisko POZ. 16: gufero POZ. 19: Narazit pero. Nasadit kolo POZ. 8: přišroubovat pomocí podložky POZ. 34: Nasadit elektromotor, narazit pero POZ. 26: pastorek POZ. 7: zajistit kroužkem POZ. 22: očistit dělicí rovinu. Těsnit tmelem dle konstrukční rozpisky. Přišroubovat víko. Číslovat.	25.00 20
2 09863/5	Kontrolovat průběžně způsob montáže.	0.00 0
3 09531	Připravit pro zkoušení. Konzervovat v průběhu zkoušky.	1.50 3
4 09875/5	Provést funkční zkoušku motoru, kontrolovat jeho stav. Zejména izolační odpor.	0.00 0
5 09672	Vrchní nátěr.	10.00 7

6 09626	Opracované části spojovacího materiálu a vnější opracované plochy konzervovat.	1.00	5
7 09863/5	Kontrola nátěru a konzervace.	0.00	0
8	Při použití odmašťovadel dodržovat pokyny bezpečnosti a hygieny.	0.00	0

SKŘÍŇ

č. výkresu: 4580100

Počet ks- 500

Materiál: ALSi12M3WA

Hmotnost: 6,500 kg

č. operace

obsah operace

časy:

hlavní přípravný

č. profese

 T_A T_B

1 35124	Neopracované plochy upravit.	1.00	5
2 09421	Upnout do přípravku; hrubovat : frézovat hotově dělicí rovinu na $95 \pm 0,2$.	5.00	0
3 09421	Kontrolovat tolerované rozměry : úchytky tvaru a polohy poté srazit hrany po frézování: značit pořadovým číslem.	2.30	0
4 44826	Obrábět dle programu, upnout na přípravek, frézovat patku ,vrtat $4 \times \varnothing 12 : \varnothing 60H7$, řezat závity, vrtat $11 \times \varnothing 5$ pro M6 : $2 \times \varnothing 72J7$: včetně zápichu : cel: $\varnothing 73 : \varnothing 64H8$, $2 \times \varnothing 47J7$ včetně zápichu: $\varnothing 48 : \varnothing 41$ $\varnothing 176$ - zarovnat čelo (otočit stůl) $\varnothing 62H7 : \varnothing 125H7 : \varnothing 55$, SR. HR: vrtat $4 \times \varnothing 40$.	18.00	250
5 09421	Kontrolovat tolerované rozměry : úchytky tvaru.	0.00	0
6 04645	Rýsovat středy $1 \times M10 \times 1$.	0.00	0
7 04645	Vrtat s přepnutím $1 \times \varnothing 9$, zarovnat $\varnothing 15$ řezat závity M10×1.	3.00	20
8 26325	Vyprat.	0.40	10

9	Kontrolovat všechny rozměry.	0.00	0
09863/5			

č. dílce

HŘÍDEL

č. výkresu: 4580100/6D2

Počet ks- 500

Materiál: 11700.0 ø90-130

Hmotnost 7,200 kg

operace

obsah operace

časy:

hlavní

přípravný

č. profese

 T_A T_B

1 04783	Zarovnat: navrtat B4.	4.00	30
2 34511	Soustružit dle programu ø35 - 0,1 / - 0,3 , 2xø35j5: 1xø45h8 s přídavkem 0.3 –0.1 na brus zápich a ø35 - 0,015/ / - 0,1: frézovat drážky 10P9: vrtat 5xø10,5: řezat závity M12x1,5.	5.00	54
3 34511	Soustružit dle programu.	1.50	54
4 09421	Odjehlit.	1.00	5
5 26325	Vyprat.	0.40	10
6 09421	Číslovat.	0.50	5
8 09863/5	Kontrolovat.	0.00	0
9 05525	Brousit 2xø35j5:45h8.	6.00	10
10 26325	Vyprat.	0.40	10

č. dílce PASTOREK č.výkresu: 4580100/7D5

Počet ks- 500

Materiál: 14220.1 ø35-21

Hmotnost 0,227 kg

Operce

obsah operace

časy:

hlavní

přípravný

č. profese

T_A

T_B

1 34511	Při první operaci soustružit dle programu: vrtat: soustružit otvor na ø13,8h7 čelo: ø22: povrch na ø32,90h10, L = 8-0,5 srazit hrany.	2.00	54
2 26325	Vyprat.	0.20	10
3 09863/5	Kontrolovat tolerované rozměry a házivost: úchylky tvaru a polohy.	0.00	0
4 05665	Brousit čelo ø22 L = 18-0,1.	0.20	8
5 09421	Odmagnetovat.	0.10	5
6 26325	Vyprat.	0.20	10
7 09863/5	Kontrolovat axiální házení.	0.00	0.00
8 05439	Protáhnout drážku 5P9	1.20	60
9 1615	Hrubovat a frézovat ozubení z = 21, $\alpha = 14^\circ 30'$, $\beta = 21^\circ$ pravý- m = 1,,25: W = 13,99 – 0,50/4: 2 kusy společně hrubování W = 14,600-0,1/4: $v_c = 40\text{m/min}$: f = 2,5mm/ot. stolu. Na hotovo pro broušení: W = 13,99-0,50/4 : $v_c = 40\text{m/min}$, f = 1mm/ot. stolu. Zkontrolovat pak házení frézy.	2.40	66

10 26325	Vyprat.	10.2	10
11 09863/5	Kontrolovat ozubení body.	0.00	0
12 09421	Odjehlít drážku a ozubení.	1.80	30
13 26325	Vyprat.	0.20	10
14 11736/2	Žíhat na odstranění pnutí.	*	*
15 21815/2	Nitrocementovat do hloubky 0,35 - 0,50 mm, dále kalit a popustit dle návodky 56-59 HRC.	*	*
16 05565	Vyrovnat dle označeného čela a brousit otvor na $\varnothing 14H7$.	6.00	15
17 26325	Vyprat.	0.20	10
18 05886	Brousit ozubení $m = 1,25$, $z = 21$, pouzdro dle katalogu u stroje.	5.50	120
19 05886	Tvarovat brusný kotouč.	1.00	0
20 26325	Vyprat.	0.20	10
21 09421	Kontrolovat dvoubokým odvalem.	1.00	10

č. dílce KOLO ČELNÍ č.výkresu: 4580100/8D5

Počet ks- 500

Materiál: 12061.1 $\varnothing 180-47$

Hmotnost 0,227 kg

Operce

obsah operace

časy:

hlavní

přípravný

č. profese

T_A

T_B

1 21735/2	Zušlechtit na 740- 880 MPa, kontrolovat.	*	*
2 34511 1615	Soustružit podle programu, vrtat $\varnothing 15$: čelo L = 42-0,5, $\varnothing 172,7h8$: otvor $\varnothing 17 \pm 0,5$, vybrání $\varnothing 141/\varnothing 64$, náboj $\varnothing 29$, úkos 30: srazit hrany, kontrolovat mikrometrem, vrtat pak $2x\varnothing 6,8$: řezat závit M8.	3.00	54
3 34511 1615	Soustružit dle programu - čelo náboje $\varnothing 54$: L = 39,5: TVAR $\varnothing 148$: čelo věnce $\varnothing 172,6h10$. Soustružit $\varnothing 19H6$ na $\varnothing 18,75$: osazení $\varnothing 28$ hl. 3. srazit hrany. Značit pořadovým číslem a zkontrolovat.	2.40	108
4 09863/5	Kontrolovat tolerované rozměry, úchytky tvaru a polohy.	0.00	0
5 26325	Vyprat.	0.40	10
6 05439	Protáhnout drážku 6P9.	1.30	14
7 26325	Vyprat.	0.40	10
8 09421	Odjehlit drážku.	0.80	5
9 05565	Brousit otvor 19H6.	3.40	18
11	Hrubovat-frézovat ozubení 2 ks společně $z=129, \alpha=14^\circ 30', \beta=21^\circ$	7.80	66

11 05836	levý = 129, $\alpha = 14^{\circ}30'$, $\beta = 21^{\circ}$ levý: $m = 1,25$ na míru přes zuby , W = 32,744-0,06 hrubování: W = 33,344-0,1/9, $v_c = 45\text{m/min}$, $f = 1\text{mm/ot. stolu}$, kontrolovat házivost frézy a házivost obrobku radiálně 0,03, axiálně 0,02.		
13 1615	Odjehlit ozubení.	2.00	30
14 26325	Vyprat.	0.40	20
15 09421	Kontrolovat dvoubokým odvalem.	1.50	10

* Dílce vyrobené v kooperaci tj. mimo firmu.

č. dílce		PASTOREK	č.výkresu: 4580100/9D5	
Počet ks- 500		Materiál: 14220.1 ø40-80		Hmotnost 0,829 kg
operace		obsah operace	časy:	hlavní přípravný
č. profese		T _A T _B		
1 34511	Soustružit dle programu ø20k6 na ø20,3h8 a přilehlé čelo: ø19m5.			2.80 54
2 09421	Odjehlit drážku.			0.60 5
3 26325	Vyprat.			0.20 10
4 05836 1615	Hrubovat. Frézovat ozubení $z = 19$, $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 15^\circ$, levý (pro zuby s levým sklonem použít frézy s levou šroubovicí): $m = 1,25$, hrubování: $W = 12,385-0,10/3$, $v_c = 20\text{m/min}$, $f = 1,0\text{mm/ot.stolu}$, $W = 11,785-0,06/3$, $v_c = 20\text{m/mm}$, $f = 0,8\text{mm/ot. stolu}$, zkontrolovat házivost frézy maximálně 0,005 a obrobku 0,025.			5.70 66
5 26325	Vyprat.			0.20 10
6 09421	Odjehlit ozubení.			1.50 30
7 26325	Vyprat.			0.20 10
8 09421	Kontrolovat dvoubokým odvalem.			1.00 10

9 11736/2	Žíhat na odstranění pnutí.	*	*
10 21815/2	Nitrocementovat do hl. 0,35 - 0,45mm, kalit-odmastit-popustit dle návodky.	*	*
11 09421 3530	Přečistit sedla středících otvorů.	1.00	5
12 03334/2	Rovnat do maximální házivosti 0,05.	*	*
13 05525	Brousit tolerované průměry 2×ø20k6 včetně přilehlých čel. 1xø19m5, kontrolovat.	4.20	14
14 09863/5	Kontrolovat tolerované rozměry, úchytky tvaru a polohy.	0.00	0
15 26325	Vyprat.	0.20	10
16 09421	Kontrolovat dvoubokým odvalem.	1.00	10

* Dílce vyrobené v kooperaci tj. mimo firmu.

č. dílce	KOLO ČELNÍ	č.výkresu: 4580100/10D5
Počet ks- 500	Materiál: 12061.1 ø180-47	Hmotnost 0,227 kg
operace	obsah operace	časy: hlavní přípravný
č. profese		T _A T _B

1 11757/2	Zušlechtit na 750 - 850 MPa, kontrolovat.	*	*
2 34511	Soustružit dle programu, navrtat: vrtat ø31 + 1: čelo náboje vñ- ce:vybrání ø120/ ø50: ø144,4h10, otvor soustružit na 33-0,2, srazit hrany.	3.20	54
3 34511	Soustružit, čelo značit ryskou, vybrání ø120/ø55, povrch ø144.14h8, ø49: otvor ø34,4H7 srazit hrany.	2.00	108
4 05439 1615	Protahovat drážky 2x10P9 s ohledem na přídavek pro broušení.	3.00	30
5 26325 1615	Vyprat.	0.40	10
6 09421 1615	Odjehlit drážky s ohledem na přídavek pro broušení.	1.20	5
7 26325	Vyprat.	0.40	10
8 05835 1615	Hrubovat, frézovat ozubení, $z = 92$, $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 15^\circ$, pravý: $m = 1,5$, hrubování, $v_c = 40\text{m/min}$, $W = 48,749-0,1/11$, $f = 3\text{mm/ot.}$ stolu, $W = 48,069-0,09/11$ $v_c = 40\text{ m/min}$, $f = 1\text{mm/ot.}$ stolu, kont- rolovat házivost frézy.	7.00	66
9 26325	Vyprat.	0.40	10

10 09421 1615	Odjehlít ozubení s ohledem na přídavek pro broušení.	2.00	30
11 26325	Vyprat.	0.40	10
12 09421	Zkontrolovat dvoubokým odvalem.	1.50	10
13 21734/2	Žíhat na odstranění pnutí.	*	*
14 21815/2 3530	Nitrocementovat do hloubky 0,35 - 0,45mm, kalit popustit dle tepelné návodky na 57-60HRC.	*	*
15 05565	Vyrovnat dle ozubení a označeného čela, brousit otvor 35H7.	4.30	15
16 6325	Vyprat.	0.40	10
17 9421	Kontrolovat dvoubokým odvalem.	1.50	10

* Dílce vyrobené v kooperaci tj. mimo firmu.

č. dílce

PERO 6

č.výkresu: 4580100/25B1

Počet ks- 500

Materiál: 11600.0 4HR 6-19

Hmotnost 0,006 kg

operace

obsah operace

časy:

hlavní

přípravný

č. profese

 T_A T_B

0 239541/1	Stříhat.	0.30	0
1 35223	Frézovat oboustranně na L = 16-0,2—0,4, 5 ks společně.	0.30	13
2 09421	Odjehlít a číslovat.	0.50	5
3 09863/5	Kontrolovat.	0.00	0

č. dílce	PERO 10	č.výkresu: 4580100/26B1
Počet ks- 500	Materiál: 11600.0 10x 8-25	Hmotnost 0,006 kg
operace	obsah operace	časy: hlavní přípravný
č. profese		T _A T _B

1 35223	Frézovat oboustranně na L = 21-0,2/-0,4/ 5 ks společně.	1.00	13
2 09421	Odjehlit hrany: číslovat.	0.80	5
3 09863/5	Kontrolovat.	0.00	0

7 PŘÍKLAD KALKULACE NÁKLADŮ

Jako příklad je uvedena detailní kalkulace součásti Kolo čelní č.v. 4580100/10D5. Kalkulace vychází z firemní metodiky, která je uvedena v příloze č. 3

1	Přímý materiál celkem	105,00 Kč
1.1	Odlitky	0,00 Kč
1.2	Nakupované výrobky	0,00 Kč
1.3	Ostatní materiál	105,0 Kč
1.4	Dělení materiálu	0,00 Kč
1.5	Motory	0,00 Kč
1.6	Poddodávky	0,00 Kč
2	Dílce z meziskladu	0,00 Kč
3	Výrobní náklady celkem	1,01 Kč
3.1	Nákladové místo	57,09 Kč
3.2	Přímé mzdy	10,31 Kč
3.3	Odvod z mezd	3,61 Kč
4	Přímé náklady výrobku celkem	213,6 Kč
4.1	Přípravky	5,70 Kč
4.2	Modely	3,80 Kč
4.3	Práce ve mzdě - kooperace	0,00 Kč
4.4	Tepelné zpracování	204,1 Kč
1-4	Přímé náklady celkem	389,6 Kč
5	Fixní náklady na výrobek celkem	11,33 Kč
5.1	Technický rozvoj	11,30 Kč
5.2	Ostatní (zaokrouhlení)	0,03 Kč
6	Fixní výrobní náklady společnosti (FR)	261,0 Kč
1-6	Vlastní výrobní náklady (VVN)	662,0 Kč
7	Fixní správní náklady společnosti (SR)	152,2 Kč
1-7	Úplné vlastní náklady	814,2 Kč
8	Zisk	40,71 Kč
9	Realizační cena	855,0 Kč

Tab.II

	5+6	
	5+6+7	
	5+6+7+8	

Tab. III

9 NÁVRATNOST VLOŽENÝCH PROSTŘEDKŮ DO NOVĚ POŘÍZENÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

Pro výpočet návratnosti je použit hrubý výpočet, který nebere v úvahu úvěr a úroky z úvěru.

Předpokládaná prodejní cena převodovky zákazníkovi :

230 EUR

Prodejní cena v české měně:

(1 EUR=29,80 Kč, kurz z 16.11 2005)

$230 \times 29,80 = 6854 \text{ Kč}$

Úplné vlastní náklady : 5 425,63 Kč

Zisk z jedné převodovky : $6854 - 5425,63 = 1428,37 \text{ Kč}$

Roční zisk z výroby 10 000 převodovek :

$10\,000 \times 1428,37 = 14\,283\,700 \text{ Kč}$

Návratnost vložených prostředků :

$18\,430\,000 : 14\,283\,700 = 1,290 \text{ roku}$

Kapacitní zátěž vybraných strojů a zařízení.

Roční časový fond stroje

Časový fond jednosměnný

$8 \times 241 = 1928 \text{ hod/rok}$

Časový fond dvousměnný

$2 \times 8 \times 241 = 3856 \text{ hod/rok}$

Časový fond třisměnný

$3 \times 8 \times 241 = 5784 \text{ hod/rok}$

Efektivní časový fond jednosměnný při využití časového fondu 93,8%

$$1928 \times 0,938 = 1808 \text{ hod/rok}$$

Efektivní časový fond dvousměnný při využití časového fondu 93,8%

$$3856 \times 0,938 = 3617 \text{ hod/rok}$$

Efektivní časový fond třisměnný při využití časového fondu 93,8%

$$5784 \times 0,938 = 5425 \text{ hod/rok}$$

10 PROFESNÍ SKLADBA A POČET PRACOVNÍKŮ

Na základě jedno- až třisměnného provozu vybraných strojů byla stanovena kapacitní zátěž vybraných strojů, stanovena potřeba osob v dělnických povoláních pro jednotlivé dílce (pro 10 000 ks převodovek ročně).

PROFESE ČINNOST	VYPOČTENÁ POTŘEBA PRACOVNÍKŮ (OSOB)	SKUTEČNÁ POTŘEBA PRACOVNÍKŮ	POZNÁMKA
Soustružník CNC soustružení, vrtání, frézování	1,5845	2	
Soustružník soustružení	1,6881	2	
Soustružník odjehlování ozubení	0,7348	1	
Frézař ozubení	1,1669	1	
Frézař Protahování drážek + Frézování děr	0,5561 0,1318	1	
Frézař obráb. centrum Obrábění skříně	2,9578	3	
Brusič ozubení	0,3888	-	
Brusič otvorů	1,3441	1	
Brusič povrchů	0,9985	1	
Brusič na plocho	0,0319	-	
Kontrolor dvouboký odval	0,7427	1	
Zámečník	0,8066	1	

Zámečník Odjehlování hran	0,7509	1	
Zámečník Montáž převodovek	3,66	4	z toho jeden lakýrník a natěrač
Celkem	17,5435	19	

Tab. IV

11 MEZIOPERAČNÍ MANIPULACE A MONTÁŽ

Mezioperační manipulace s polotovary je nejdůležitější, ale také nejrizikovější činností v průběhu výrobního procesu. Při hodnocení stavu výrobního procesu je jeho současná úroveň zcela nevyhovující. Při manipulaci s obrobky dochází často k jejich poškození zvláště, když jde o ozubená kola.

V důsledku manipulace dochází nejčastěji k poškození před tepelným nebo chemicko tepelným zpracováním na ještě měkkém ozubení. Je třeba důsledně dbát na to, aby se s obrobky s ozubením zacházelo šetrně. Při dopravě nesmí být kladeny na sebe a nesmí se v žádném případě dotýkat.

Aby se zabránilo poškození ozubení při manipulaci, musí být obrobky po jednotlivých operacích ukládány zásadně do přepravních palet. Palety jsou konstrukčně řešeny tak, že obrobky v paletách lze prát, eventuálně odmašťovat. Tím se snižuje riziko poškození při překládání obrobků na prače.

Čistá, nepoškozená, dokončená ozubená kola přicházejí na montáž v paletách a z palet se montují rovnou do převodovky. Prázdné přepravní palety se opět vracejí do výrobního procesu na první operaci.

Na montážních pracovištích musí být především udržována čistota jak pracoviště samotného, tak všech dílců, ze kterých se převodovka skládá. Dílce nesmí být znečištěny, kovovými třískami, pískem, okujemi, olejem atd. Je zcela nepřípustné zbavovat se těchto nečistot stlačeným vzduchem (tj. přemísťování nečistot z pracoviště na pracoviště, nehledě na ochranu zdraví při práci).

Bude nutno vyrobiť potřebný počet palet, které svojí konstrukcí vyhoví požadavkům. Vedle toho bude třeba zajistit potřebnou disciplínu pracovníků při mezioperační i finální manipulaci. Jinak není možné splnit odběratelova kritéria na kvalitu výrobku.

Potřeba palet pro ozubená kola.

Název číslo výkresu	Počet kusů v paletě	Výrobní dávka (kusů)	Rezerva palet Na rozprac. vý- robu	Potřeb. poč. palet	Nutný poč. palet	Počet pale- tov.vlož ek
Pastorek 7D69	64	500	2	8	10	10
Pastorek 9D7	64	500	2	8	10	10
Kolo 8D6	13	500	10	40	50	-
Kolo 10D7	13	500	10	40	50	-

Tab. V

Celkem je nutno pořídit 120 palet a 20 paletových vložek.

12 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ ROZMÍSTĚNÍ STROJŮ

Není možné navrhnout ideální rozmístění strojů, které by beze zbytku respektovalo technologické procesy a strojovou návaznost i když výroba jednoho výrobku ve velkých sériích by to výhodně umožňovala. Překážkou je tu především nutnost využívat strojový park i pro výrobu ostatních výrobků hlavního výrobního programu. Nový výrobní soubor pro výrobu převodovek ELE situován do uvolněných prostor výrobních ploch v jedné ze tří výrobních lodí, přesněji mezi sloupy 8 -17 (viz příloha 4.).

V rámci vytvoření podmínek byly z tohoto prostoru vystěhovány dvě nefunkční odvalovací frézky. Tím byla uvolněna plocha pro brusku na ozubení MAAG HSS 60 a pro brusku na plocho BPH 20. V levé části výrobní lodi jsou mezi sloupy 16 a 17 umístěny nové stroje podle tohoto projektu. Pravá část lodě je vyhrazena pro montáž a kontrolní pracoviště. Ostatní výrobní stroje, zkušebna, a skladové plochy jsou ponechány beze změn.

13 ZÁVĚR

Technologický projekt dává představu o nákladech, které je nutno vynaložit na pořízení provozního souboru pro sériovou výrobu 10 000 převodovek ELE za rok, o návratnosti nákladů, o navrženém způsobu výroby, o počtu výrobních pracovníků potřebných pro realizaci výroby a o umístění provozního souboru do stávající výroby.

Jedná se o novou technologii ve firmě, která musí zajistit sériovou výrobu ve vazbě na konkurenčně schopné vysoké parametry výrobku. Výrobek vyplňuje existující mezeru na trhu s obchodním výhledem šesti roků. Nový výrobek výrazně překračuje běžné standardy dostupné na trhu. Jedná se tu zejména o:

- Vysokou dynamickou a statickou pevnost optimalizované skříně z hliníkové slitiny
- Použití ozubení s nestandardním profilem a s optimalizovanými parametry
- Použití ozubení s podélnou modifikací
- Extrémně nízkou hlučnost převodovky, která je důsledkem předchozích konstrukčních opatření a přesnosti výroby rotačních dílců.

Sériová výroba je podmíněna použitím technologií s vazbou nejen na parametry převodovky, ale i s vazbou na produktivitu a náklady. To předpokládá nasazení produktivních nástrojů, výkonných strojů a ve vztahu k nim optimálních technologických a výrobních postupů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOLEK A., a kolektiv : *Části strojů II*, Praha Nakladatelství Československé akademie věd, 1963
- [2] VÁVRA P. a kolektiv : *Strojnické tabulky pro SPŠ nestrojnické*, Praha :SNTL, 1984
- [3] ČERNOCH S. : *Strojně technická příručka*, PRAHA : SNTL, 1968
- [4] KOCMAN K. : *Speciální technologie obrábění*, BRNO : CERM, 2004
- [5] ŠÍDÁK J. a kolektiv : *Stroje pro studium pracujících na průmyslových školách strojnických*, PRAHA : SNTL, 1963
- [6] *Katalog obráběcích a tvářecích strojů - Metalworking Machine, Tools catalogue 2002 – 2004*, PRAHA : ŠERIFA 2002
- [7] DOBROVOLNÝ B. : *Přehled mechanické technologie*, PRAHA : SNTL, 1954
- [8] MORAVEC V. : *Konstrukce strojů a zařízení*, PRAHA : MONTANEX a.s, 2001
- [9] *Sborník přednášek – Nástroje 2001 – Tools 2001*, ZLÍN, 2001
- [10] LEINVEBER J. a kolektiv : *Řezné nástroje. Základní veličiny při řezání broušení*, PRAHA : ČNI 1993
- [11] KOCMAN K. : *Technické základy technologie obrábění, 3. vydání*, BRNO : NORMIA, 1998
- [12] *Prospekty obráběcích strojů firmy HYUNDAI*, PROFIKA s.r.o.
- [13] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vyd. Praha: C.H.Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6
- [14] MAKOVEC, J. *Organizace a plánování výroby*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, Fakulta podnikohospodářská, 1993. 273 s. ISBN 80-7079-171-3
- [15] *ozubené kola* - <http://www.brgener.com>
- [16] *převod* - <http://www.Opisengineering.cz>

[17] soustruhy - <http://www.tos.celakovice.cz/cesky/ozubestroj>

[18] maag PH60 - <http://www.casagrandeingraggi.it>

[19] obráběcí stroje – <http://www.involotetools.com/hardened>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Význam zkratky	Jednotka
TA	Čas jednotkové práce (hlavní čas).	min.
TB	Čas dávkové práce (přípravný čas).	min.
KS	Počet kusů	Ks
S	Koeficient sériovosti	-
OD	Optimální dávka	Ks
NM	Nákladové místo	-
V	Koeficient vícevýroby obsluhy	-
T	Minutový tarif	min
K1	Odvod z mezd (35%)	%
K2	Koeficient přípravy (1,5%)	%
K3	Koeficient modelu (1%)	%
K4	Koeficient technologického rozvoje (2,9%)	%
K5	Fixní režie	Kč
K6	Správní režie	Kč
K7	Míra zisku (min.5%)	%

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Hrotový soustruh SN32

Obr. 2: Hrotový soustruh N 630

Obr. 3: Hrotový soustruh SUI63

Obr. 4: Soustruh HiT 8S

Obr. 5: Soustruh HiT-15S

Obr. 6: Soustruh HiT-180

Obr. 7: Odvalovací frézka OFA 32R

Obr. 8: Odvalovací frézka OFA 75

Obr. 9: Odvalovací frézka OFA 16B

Obr. 10: Obráběcí centrum-V30TD

Obr. 11: Obráběcí centrum V18S

Obr. 12: Obráběcí centrum SPT30

Obr. 13: Hrotový soustruh SUI63

Obr. 14: Soustruh HiT-180

Obr. 15: Odvalovací frézka OFA 16

Obr. 16: Obráběcí centrum svislé SPT30

Obr. 17: Přístroj pro dílenskou kontrolu ozubených kol DO 1PC.

SEZNAM TABULEK

- Tab. I : Současný stav strojové základny
- Tab. II : Příklad kalkulace nákladů-kolo čelní
- Tab. III : Kalkulace nákladů na výrobu jedné převodovky
- Tab. IV : Profesní skladba a počet pracovníků
- Tab. V : Potřeba palet pro ozubená kola

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Výrobní výkresy

Příloha P 2: Seznam profesí

Příloha P 3: Vzorec pro kalkulaci nákladů

Příloha P 4: Nové uspořádání strojové základny

PŘÍLOHA P 2: SEZNAM PROFESÍ.

Profe- se	Stroj	Profe- se	Stroj
03115	Lis LE 100 P	05161	Frézka horizontální FGS 32
04127	Soustruh SU 50 A	05165	Frézka univerzální FB 20U
04132	Soustruh SU 63	05225	Frézka univerzální FGU 32
04142	Soustruh SUS 80	02556	Frézka svislá FA 3 V
04178	Soustruh SS 50 S	05228	Frézka svislá FA 4 V
04411	Revolverový soustruh R 12	05284	Frézka svislá FA 5 V
04223	Revolverový soustruh R 5	05312	Frézka portálová FBZWS 135
04431	Revolverový soustruh R 80	05395	Frézka drážkovací FNW
04614	Vrtačka V 16	05439	Frézka jednoúčelová
04621	Vrtačka V 20 B	05521	Protahovačka svislá BVP 16
04645	Vrtačka VR 4	05525	Bruska hrotová univerzální 1U
04651	Vrtačka SVA 10	05526	Bruska hrotová univerzální 2U
04652	Vrtačka VS	05531	Bruska hrotová BUB 50
04678	Vrtačka SVA 16/4	05564	Bruska na otvory 3260
04682	Vrtačka VR 4215/B	05565	Bruska na otvory BDA 80
04783	Navrtávačka	05576	Bruska na otvory BDU 20A
04821	Vyvrťávačka stolová H 100	05613	Bruska vodorovná rovinná
04915	Obrážečka GH 710	05661	Bruska na plocho SFWR
04924	Obrážečka svislá 7A	05665	Bruska na plocho GEOCKEL
04937	Obrážečka svislá HOV 450	05816	Odvalovací obrážečka OHA 15
05125	Frézka horizontální FHS 16	05817	Odvalovací obrážečka OH 6
05135	Frézka horizontální FA 4H	05818	Odvalovací obrážečka 5 M 150

05836	Odvalovací frézka FO 10	12752	Svařovací aparát DACOMIG	
05851	Obrážka ozubených kol UZ 1	15544	Bruska bezhrotá BBZ	
05886	Bruska na ozubení FKP 326-10	15881	Bruska na ozubení HSS60	
05921	Závitořez vnitřní vlastní	26255	Vibrační omílací stroj	
05923	Závitořez JUNIOR	26325	Stroj odmašťovací vanový	
05924	Závitořez AIN TAP	28922	Dynamická vyhazovačka AM	
05961	Pilka rámová	34511	Soustruh poloaut. SPT 16NC	
005967	Pilka pásová	34512	Soustruh poloaut. SPR 63NC	
07121	Navíječka cívek	34515	Soustruh poloaut. SPR 100NC	
09281	Stáčení per	34522	Soustruh poloaut. SP 25NC	
09412	Rýsování	34523	Soustruh poloaut. SPS 25CNC	
09421	Zámečníci	34526	Soustruh poloaut. PV 315	
09521	Konečná montáž	34627	Vrtačka souřadnicová 50NC	
09531	Montáž výrobních jednotek	23723	Vrtačka souřadnicová VXD 100NC	
09621	Odmašťování	34814	Vyvrťavačka stolová VHN 9	
09626	Konzervování	35124	Frézka konzolová FGS 63NC	
09671	Tmelení broušení tmelu	35223	Frézka svislá FB 32V	
09672	Natírání	35565	Bruska na otvory BDA	
09711	Výroba cívek	44827	Vyvrťovací centrum YBM 90	
09734	Bandážování	44828	Flexibilní výrobní systém	
09735	Zalévání epoxidem			

PŘÍLOHA P 3: VZOREC PRO KALKULACI NÁKLADŮ

1	Přímé náklady	$1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6$
1.1	Odlitky	
1.2	Nakupované výrobky	
1.3	Ostatní materiál	
1.4	Dělení materiálu	
1.5	Motory	
1.6	Poddodávky	
2	Dílce z meziskladu	$(1+3+4)-(4.1+4.2)$
3	Výrobní náklady celkem	$3.1+3.2+3.3$
3.1	Nákladové místo	$((TA*KS*S)+(TB/(ks*OD)))*NM$
3.2	Přímé mzdy	$(T*TA*KS*V*S)+(T*TB*V)/(KS*OD)$
3.3	Odvod z mezd	$3.2*K1$
4	Přímé náklady výrobku celkem	$4.1+4.2+4.3+4.4$
4.1	Přípravky	$(1-1.5-1.6+2+3+4.3+4.4)*K2$
4.2	Modely	$(1-1.5-1.6+2+3+4.3+4.4)*K3$
4.3	Práce ve mzdě - kooperace	$Kč/3$
4.4	Tepelné zpracování	$Kč/2$
1-4	Přímé náklady celkem	$1+2+3+4$
5	Fixní náklady na výrobek celkem	$5.1+5.2$
5.1	Technický rozvoj	$(1-1.5-1.6+2+3+4)*K4$
5.2	Ostatní (zaokrouhlení)	
6	Fixní výrobní náklady společnosti (FR)	$(1-1.5-1.6+2+3+4)*K5$
1-6	Vlastní výrobní náklady (VVN)	$1+2+3+4+5+6$
7	Fixní správní náklady společnosti (SR)	$(1+2+3+4+5+6)*K6$
1-7	Úplné vlastní náklady	$1+2+3+4+5+6+7$
8	Zisk	$(1+2+3+4+5+6+7)*K7$
9	Realizační cena	
	Krycí příspěvky	Položky
		5
		5+6
		5+6+7
		5+6+7+8

