



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY VÍCEDRÁŽKOVÉ ŘEMENICE

SOLUTION TECHNOLOGY OF PRODUCTION MULTIPLE GROOVE GUIDE PULLEY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ZDENĚK PROCHÁZKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2008

Vložit zadání v elektronické formě 2 strana (scan)

Vložit Licenční smlouvu v elektronické formě 1 strana (scan)

Vložit Licenční smlouvu v elektronické formě 2 strana (scan)

ABSTRAKT

Návrh technologie výroby vícedrážkové řemenice, zhodnocení technologičnosti konstrukce, výběr technologií a polotovarů, výběr řezných materiálů, analýza upínání obrobku. Zhodnocení variant výroby při použití dvou různých polotovarů na univerzálních strojích. Vytvoření pracovního postupu při použití obráběcího centra a porovnání efektivity jeho použití.

Klíčová slova

Řemenice, polotovar, odlitek, obrábění, optimalizace výrobního procesu, obráběcí centrum.

ABSTRACT

Solution technology of production multiple groove pulley, comparison of the technology of construction, choice of technology and semi-finished products, choice of cutting materials, analysis of manufacture clamping. Comparison of production possibilities at the application of two different semi-finished products on multi-purpose engines. Making of working process at the application of machine centre and comparison of the effectiveness of its application.

Key words

pulley, semi-finished product, cast, machine, optimisation of the production, machine centre

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PROCHÁZKA, Z. *Návrh technologie výroby vícedrážkové řemenice..* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 31 stran, 3 přílohy. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Návrh technologie výroby vícedrážkové řemenice* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

16.5.2008

.....

Zdeněk Procházka

Poděkování

Děkuji tímto paní Naděždě Polové z fy. PBS TURBO Velká Bíteš a.s. a Ing. Milanu Kalivodovi z FSI VUT Brno za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt.....	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 POPIS SOUČÁSTI A SPECIFIKACE.....	9
2 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE.....	10
2.1 Materiál.....	10
2.2 Způsoby obrábění použité při výrobě.....	11
2.3 Materiály pro řezné nástroje.....	11
2.4 Volba polotovarů a přídavků.....	13
2.4.1 Varianta „A“ - polotovar přířez.....	13
2.4.2 Varianta „B“ – polotovar odlitek.....	14
2.5 Specifikace základen.....	14
3 ŘEŠENÍ PRACOVNÍHO POSTUPU.....	19
4 VYHODNOCENÍ VÝROBNÍ METODY.....	21
5 OPTIMALIZACE VÝROBNÍ METODY.....	24
5.1 Porovnání nákladů při použití obráběcí centrum / konvenční stroje.....	27
ZÁVĚR.....	28
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	29
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	30
SEZNAM PŘÍLOH.....	31

ÚVOD

Technologická příprava výroby je soubor činností, které mají zabezpečit takový postup a způsob výroby, při němž budou zabezpečeny požadavky konstruktéra s nejmenšími výrobními náklady.

Jde především o určení výrobních a montážních dílen, vypracování výrobních postupů, stanovení výkonových norem pro jednotlivé operace, vypracování technickohospodářské normy výkonu a materiálu, konstrukci a výrobu speciálního nářadí a vypracování technologického projektu nové výroby. Výsledkem těchto činností je vytvoření tzv. „Technologické dokumentace“. S rostoucím typem výroby roste podrobnost technologické dokumentace.

Technologický postup jako předpis pro výrobu určitého dílce, nebo celého strojního zařízení je doklad, který určuje způsob výroby daného dílce, předepisuje výrobní zařízení a pomůcky, které jsou k výrobě potřebné a udává podmínky, kterých má být při provádění jednotlivých operací použito. Technologický postup, co se týče rozpracovanosti, se liší dle jednotlivých způsobů výroby. (1, 6)

Rozpracovanost technologického postupu dokumentuje tato práce, kdy součást se doposud vyrábí v počtu kusů (řádově v desítkách) z normalizovaného polotovaru na univerzálních strojích, vysoce kvalifikovanými dělníky, což umožňuje stručný výrobní postup pouze s přehledem operací. Při rozhodování volby polotovaru pro rozšiřování výroby součásti, která přechází do kategorie malosériová až sériová, musí být již zcela jasně vyčísleny rozdíly mezi volbou normalizovaného polotovaru a polotovaru odlitku.

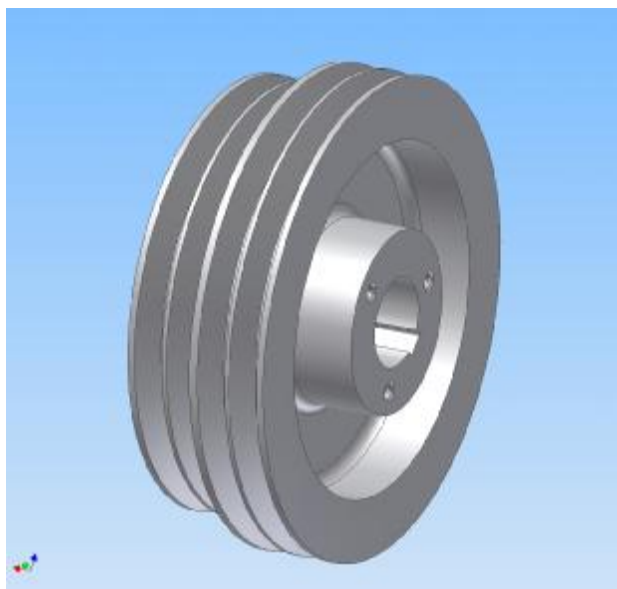
Technologický postup je tedy nutno pro obě varianty rozpracovat do podrobného popisu, operací, členit na úseky až úkony, spočítat podmínky, nástroje, časy, navrhnout stroje, aby bylo možno provést výběr polotovaru pro výrobní dávku při určitých sériích. Po výběru výrobní varianty je možno přistoupit k optimalizaci, která v tomto případě bude spočívat v porovnání výroby na univerzálních strojích oproti obráběcímu centru CNC.

1 POPIS SOUČÁSTI A SPECIFIKACE

Řemenové převody se používají pro přenos malých a středních, výjimečně i velkých výkonů. K přednostem patří nízké výrobní náklady, velmi tichý chod, pružný záběr (tlumení kmitání, chvění), prokluz při přetížení má také funkci pojistky, jedním řemenem lze pohánět několik hřídelů. K nedostatkům patří větší rozměry převodů, nepřesnost převodu vyplývající z třecí vazby a větší zatížení hřídelů a ložisek vlivem nutného předpětí řemene. (2, 3)

Vyráběná řemenice – Obr. 1.1 je klasické konstrukce, tj. má tři základní části:

1. Věnc – zde odstupňovaný ve dvou převodových stupních, vždy pro dva klínové řemeny DIN 2215
2. Náboj – v tomto případě rozšířený oproti věnci, spojení hřídelí těsným perem, axiální zajištění třemi šrouby, čelně umístěnými.
3. Tělo řemenice – tvořené plným kotoučem



Obr. 1.1 Model řemenice

Řemenice č.v. VZ – 0160 – 00236 –viz. Příloha č.1 je konstruována pro použití v dekantální odstředivce, pro provozní otáčky $1000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$.

Rozšíření výroby, jednoznačně specifikované obchodním a plánovacím oddělením, je uvažováno pro výrobní dávku 500 kusů za rok, vyráběnou v sériích 10 kusů týdně.

2 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE

Technologičnost konstrukce není jednoznačný pojem. Technologické hledisko konstrukce je do určité míry vázáno na výrobní podmínky závodu, v němž se bude součást vyrábět, na počet součástí, který se bude v určitém časovém údobí vyrábět. Technologičnost konstrukce je pojem komplexní, zahrnující všechny faktory, které konstruktér uvažuje při navrhování jednotlivých součástí i celého výrobku a je ovlivňována mnoha činiteli.

Nejpodstatnějšími činiteli pro posuzovanou součást jsou:

- volba materiálu
- dodržení tvaru a geometrie součásti, tj. volba způsobu obrábění a nástrojů
- volba polotovaru a přídavků
- specifikace základů
- zvýšení produktivity práce a efektivnosti výroby. (6, 7)

2.1 Materiál

Pro řemenici je navržen materiál ČSN 42 2420, s tímto materiálem je pracováno v obou variantách technologického postupu.

Materiál ČSN 42 2420, EN – GJL – 200 je litina s lupínkovým grafitem – ČSN EN 1561.

Litina s lupínkovým grafitem je definována jako slitina železa a uhlíku na odlitky, v níž je volný uhlík přítomen jako grafit převážně ve tvaru lamelárních částic- lupínků. Je to levný konstrukční materiál s dobrými slévarenskými vlastnostmi. Protože lupínky grafitu vytváří v základní kovové hmotě litiny velké množství vrubů, snižují mechanické vlastnosti. Deformační charakteristiky jsou minimální, tažnost je menší než 1%. Litiny s lupínkovým grafitem jsou v převážné míře podeutektické slitiny. Šedá litina vytváří třísku krátkou, je nutno přihlížet k faktu, že povrch odlitku se obrábí hůře, protože licí kůra obsahuje nečistoty, které se koncentrují v horní vrstvě. (4, 5)

Tab. 2.1 Materiálová charakteristika

Rm	HB30	A	i
300 MPa	195	1%	11a

2.2 Způsoby obrábění použité při výrobě

Řezání – tyčový materiál se musí před obráběním na univerzálních strojích dělit na délky odpovídající rozměry velikosti příslušného obrobku.

Soustružení – je třískové obrábění, základem je rotační pohyb obrobku- pohyb hlavní. Pohyb nástroje je zpravidla přímočarý a to buď ve směru podélné osy obrobku- posuv podélný (stopa nože je šroubovice), nebo ve směru kolmém k ose obrobku- posuv příčný (stopou nože je Archimédova spirála). Oba pohyby se mohou konat současně.

Vrtání – základní metoda pro výrobu děr v plném materiálu. Hlavní pohyb je rotační, vedlejší je pohyb přímočarý, oba pohyby vykonává obvykle nástroj.

Výroba vnitřních závitů – se provádí převážně závitníkem, závity větších rozměrů lze soustružit. Závitník je v podstatě šroub, ve kterém jsou jednou až osmi drážkami vytvořeny břity s vhodnou geometrií.

Protahování – jedna z nejproduktivnějších metod obrábění, která mnohdy nahrazuje frézování, obrážení a hoblování. Nástroj hrubuje a dokončuje obráběnou plochu při jednom pracovním zdvihu. Materiál obrobku odebírají za sebou seřazené zuby protahovacího trnu, který se pohybuje řeznou rychlostí v_c , posuv na zub je dán převýšením dvou sousedních zubů. (6, 7)



Obr. 2.1 Nástroje (10)

2.3 Materiály pro řezné nástroje

Nepovlakované slinuté karbidy

Základními karbidy pro výrobu všech běžných druhů slinutých karbidů pro obrábění jsou karbid wolframu (WC) a karbidu titanu (TiC), pojícím kovem je kobalt (Co), jako další přísady se nejčastěji používají karbidy tantalu (TaC), niobu (NbC) a chromu (Cr_3C_2). Vzhledem ke svému složení jsou běžné SK někdy též označovány jako jednodobidové (K), dvojkobidové (P) a vícekarbidové (M).

Skupina K: WC+ Co+ (TaC.NbC) /značení červená/
 Skupina P: WC+ TiC+ Co+ (TaC.NbC) /značení modrá/
 Skupina M: WC+ TiC+ TaC.NbC+ Co /značení žlutá/ (8)

Pro posuzovanou součást z materiálu ČSN 42 2420 byly určeny pro soustružení vnějších i vnitřních ploch nástroje ze SK skupiny K10, které jsou určeny k obrábění materiálů tvořících krátkou třísku, jako jsou šedá litina, kalená ocel, neželezné materiály. (5)

Nástrojové oceli

- jsou zařazeny ve třídě 19 a jejich rozdělení je uvedeno v Tab. 2.2

Tab. 2.2 Nástrojové oceli (9)

Základní číselná značka	Význam třetí číslice v základní značce oceli	
19 0xx 19 1xx 19 2xx	Dvojčíslí ze 3. a 4. číslice vyjadřuje střední obsah uhlíku	
19 3xx	Oceli manganové, křemíkové, vanadové	
19 4xx	Oceli chrómové	
19 5xx	Oceli chrómmolybdenové	
19 6xx	Oceli niklové	
19 7xx	Oceli wolframové	
19 8xx	Oceli rychlořezné	
19 9xx	Volné	
	Nástrojové oceli nelegované	
	Nástrojové oceli legované	

Nástrojové oceli nelegované

V současné době ztrácejí na významu a jsou nahrazovány legovanými nástroji. (9)

Nástrojové oceli legované

Hlavními legujícími prvky těchto ocelí jsou karbidotvorné prvky Cr, V, W, Mo, které vytvářejí tvrdé a až do vysokých teplot stálé karbidy. Další legující prvky Ni, Si, Co nejsou karbidotvorné.

Z legovaných nástrojových ocelí se vyrábějí téměř všechny druhy řezacích, stříhacích, tvářecích a jiných nástrojů. Oproti nelegovaným ocelím jsou legované oceli charakteristické zejména větší prokalitelností a zvýšenou odolností proti popouštění, avšak jsou náročnější na tepelné zpracování.

Nástroje z legovaných nástrojových ocelí snášejí teplotu břitů (250 – 350) °C a řeznou rychlost (15 – 25) m.min⁻¹. (9)

Z kategorie legovaných nástrojových ocelí je pro vyráběnou součást použit pilový pás, konkrétně z oceli 19 712.

Rychlořezné oceli

Jsou pro své specifické vlastnosti uváděny jako samostatná skupina legovaných nástrojových ocelí. Obsahují karbidotvorné prvky W, Cr, V, Mo a nekarbidotvorný Co. Uhlíku obsahují méně než 1%. Podle obsahu legovacích prvků a vlastností jsou vhodné pro obrábění ocelí, ocelí na odlitky o vysoké pevnosti a tvrdosti a těžkoobrobitelných materiálů.

Rychlořezné oceli jsou charakteristické střední odolností proti opotřebení a vysokou lomovou pevností, které jim dávají široké pole uplatnění. Nejčastěji jsou RO používány pro tvarové nástroje, výstružníky, závitníky, frézy menších rozměrů, protahovací trny a nástroje vystavené rázům při přerušovaném řezu. (9)

Pro výrobu součásti budou při obrábění použity nástroje z RO:
vrták \varnothing 6,8 mm z oceli 19 830
závitník M8 z oceli 19 855
protahovací trn 10P9 z oceli 19 852

2.4 Volba polotovarů a přídavků

Polotovar je výchozí surovina, která je vhodně připravena pro výrobu dané součásti. Při výběru polotovaru hledíme především na ekonomické hledisko, polotovar se má tvarem a rozměry co nejvíce přiblížit hotové součásti.

Při hodnocení polotovaru musí jeho provedení splňovat následující podmínky:

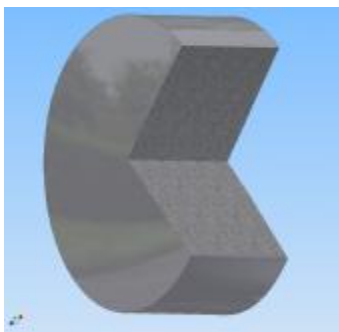
přídavky na obrábění musí být optimální
spotřeba materiálu má být minimální
vynaložená práce na výrobu má být minimální.

Tyto podmínky se vztahují na všechny etapy výroby. (6, 9)

2.4.1 Varianta „A“- polotovar přířez

Pro vyráběnou součást je nejbližší normalizovaný materiál polotovaru přístupný na trhu \varnothing 215 mm. Délkový přídavek na obrábění při délce součásti 82 mm byl zvolen 85 mm, zohledněny v tomto jsou i nepřesnosti při řezání, hlavně podříznutí polotovaru, protože součást je vysoká.

Tato varianta byla využívána doposud, při kusové výrobě, kdy ekonomické hledisko bylo jednoznačně příznivé.



Obr.2.2 Model polotovaru přířez

2.4.2 Varianta „B“ – polotovár odlitek

Na odlitcích rozlišujeme dva druhy přídavek, jednak jsou to slévárenské (technologické), které umožňují výrobu odlitku a přídávky na obrábění, které umožňují obrábění funkčních ploch.

Technologické úkopy – kolmé k dělicí rovině a umožňující snadné vyjmutí z formy, bez jejího poškození. Kótují se jen na výkrese odlitku. Jejich úhel je přibližně 1° - 3° . Předlité díry a vybrání slouží k odlehčení a ke zjednodušení výroby výsledné součásti.

Přídávky na obrábění – velikost přídávku na obrábění závisí na velikosti a přesnosti odlitku, odléváním materiálu a poloze plochy při lití. Základní rozměr je určen vzdáleností nejvzdálenější obráběné plochy od plochy dané nebo vzdáleností dvou nejvzdálenějších protilehlých bodů na obráběném povrchu. Směrodatný rozměr je největší kótovaný rozměr nebo součet kót největšího rozměru odlitku v rovině kolmé na základní rozměr. (2, 6)

Pro posuzovanou součást, dle ČSN 01 4470, písková forma, strojní formování, hmotnostní třída L, stupeň přesnosti .3, drsnost povrchu 12,5 – je navržen odlitek s předlitým otvorem a konturami odlehčení dle č.v. VZ – 0161-00236- viz. Příloha č.2, znázorněn na Obr 2.3.



Obr 2.3 Model polotovaru odlitek

2.5 Specifikace základen

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

Konstrukční základny- plochy, nebo osy, určující polohu dílce k ostatním dílům při jeho funkci ve výrobku.

Montážní základny- plochy, kterými se dílec spojuje s dalšími dílci sestavy.

Technologické základny- plochy určující polohu dílce při jeho ustavení na obráběcím stroji nebo v přípravku.

Rozlišujeme technologické základny:

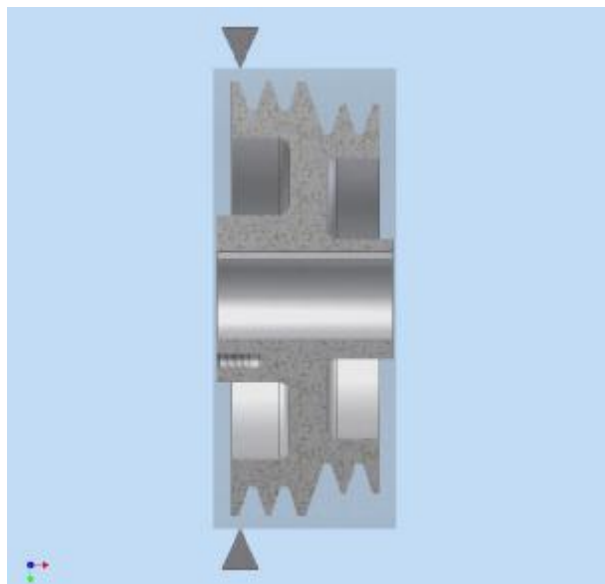
1. Hlavní - kdy technologická základna se shoduje s montážní.
2. Pomocné - za technologickou základnu je zvolena plocha, která není vázána na funkci dílce v sestavě.
3. Hrubé- v případě ustavení dílce na obráběcím stroji nebo v přípravku při první operaci. Jako hrubá základna se volí povrchy, které se v dalších fázích technologického postupu neobrábí.

Pro volbu základen obecně platí zásady:

- při obrábění je vhodné volit hlavní základny za technologické
- používat měřicí základny za ustavovací
- k dosažení vysoké přesnosti se doporučuje zachovávat jednotnost základen, tj. provádět všechny operace na součásti od jedné základen, v optimálním případě obrobít součást při jednom upnutí. (1)

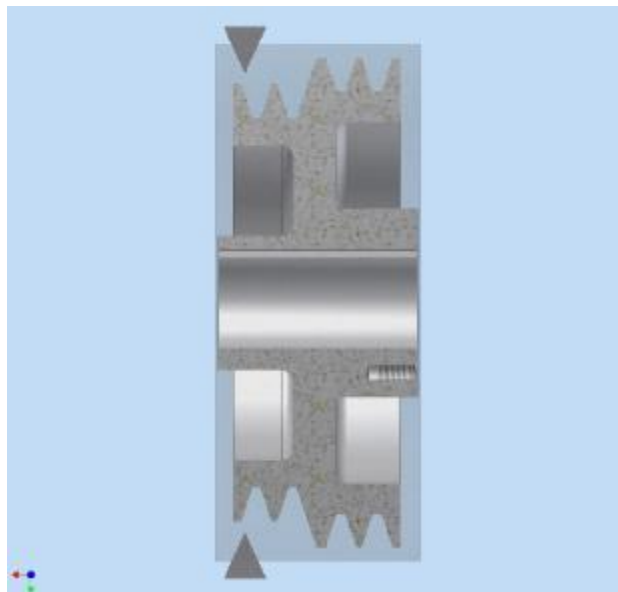
Pro řešenou součást, kdy řemenice je odstupňovaná a náboj vystouplý, nepřichází v úvahu obrobít součást na jedno upnutí. Konstrukční základnou součásti je otvor $\varnothing 38$ mm. Ke konstrukční základně v náboji jsou dle výkresu geometricky zavazbeny tvarové prvky na věnci.

Při soustružení varianty „A“, polotovar přířez, je pro operaci 20 za hrubou technologickou základnu zvolen obvodový $\varnothing 215$ mm - viz. Obr.2.4.



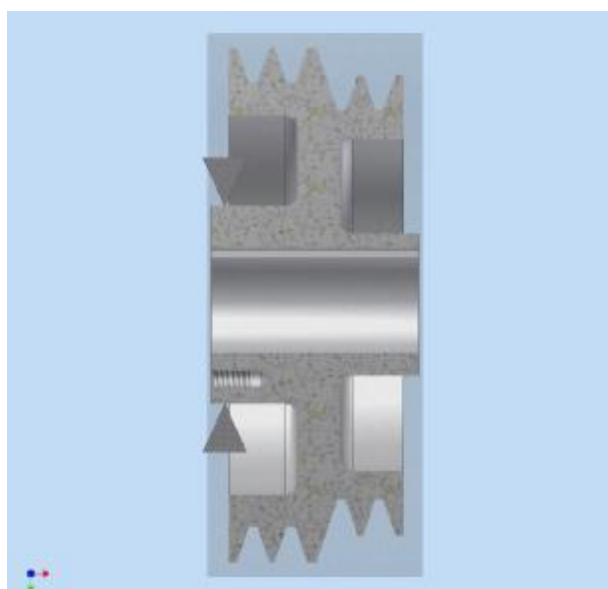
Obr.2.4 Upnutí varianta „A“, operace 20

Pro operaci 30 je pro upnutí využita pomocná plocha – hrubovaná plocha menšího průměru řemenic, schéma upnutí na Obr. 2.5.



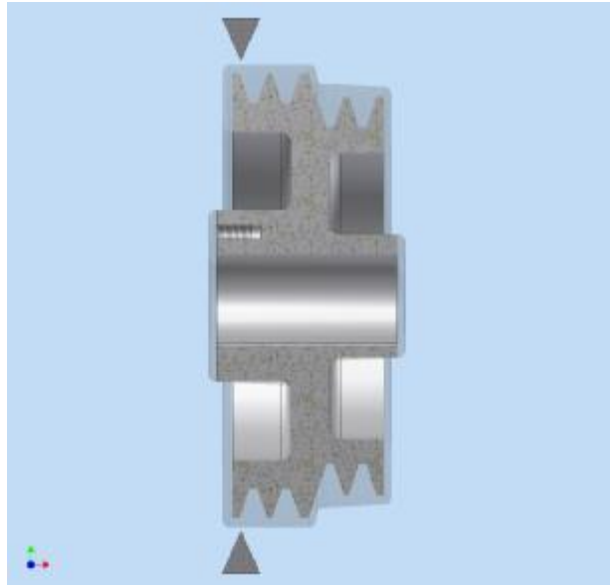
Obr.2.5 Upnutí varianta „A“, operace 30

Při obráběcích operacích 40 je k ustavení ve sklíčidle upnutím nezušlechtěnými čelistmi využito další pomocné technologické základny, náboje $\varnothing 76$ mm, dle Obr.2.6.



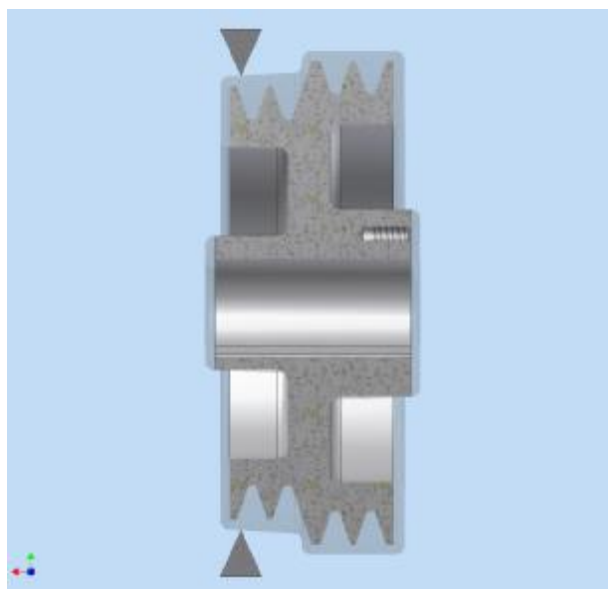
Obr 2.6 Upnutí varianta „A“, operace 40

Při soustružení odlitku- varianta „B“, je za hrubou technologickou základnu zvolen také největší průměr odlitku. Je třeba zdůraznit, že zde musí obsluha klást zvýšený důraz na ustavení odlitku, znázorněno na Obr. 2.7.



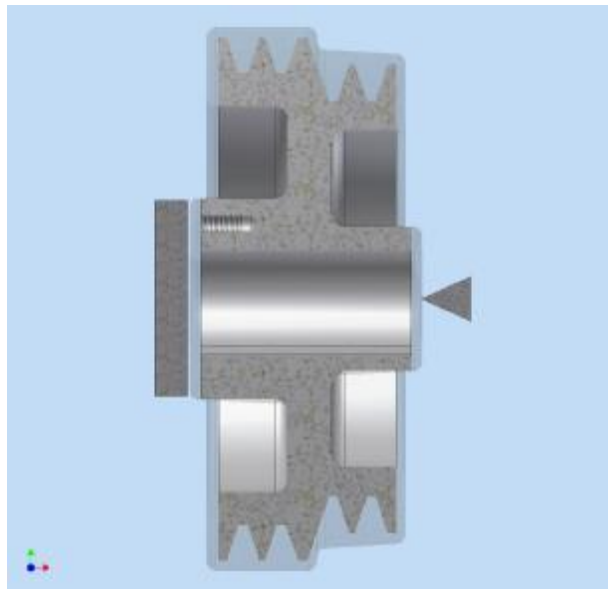
Obr.2.7 Upnutí varianta „B“, operace 20

Při operaci 30 je zvolena k upnutí pomocná plocha jako u varianty „A“, tedy obrobená část menších řemenic dle Obr. 2.8.



Obr.2.8 Upnutí varianta „B“, operace 30

Pro operaci 40 je k upnutí obrobku určena přímo konstrukční základna. Je použito upnutí na soustružnický trn $\varnothing 38$ H7, dle Obr. 2.9, právě toto upnutí zaručuje dodržení geometrické vazby s tvarovými prvky na věnci řemenice.



Obr.2.9 Upnutí varianta „B“, operace 40

Tab.3.2 Výrobní postup pro variantu B - polotovary odlitek

Op.	VZ-0100-00236 ŘEMENICE	odlitek šedá litina 422420 h.v.12,5 č.v.7,7	Fezná rych.	otáčky	posuv/ot	počet třísek	hloubk. ezu	ks	Tb	Ta	Tk	Tl	Tm	Tn	Tp	Tc	nástroje
10	9860 KONTROLA	Kontrola rozměrů odličky						10	9,6	1	17,12	114,7	131,82			0,96	
20	4131 SU 63A/1250 SOUSTRUH HROTOVÝ	Uprout do skříňové za D210 Zarovnat čelo D156/D30, kontrol. míru le=31 Zarovnat čelo D190/D31, na měru le6 Soustr. D181,5 na D183 do délky 30. Soustr. otvor D38H7 na D37 Srazit hrany 0,5x45°	110 150 110 50	250 280 250 450	0,2 0,2 0,25 0,2	1 1 2 2	3,5 3,5 2,5 1,75	10 10	30 30	16 1	1	3	16	1	3	16	nůž vnitřní plátkový ČSN 223726 Slinový karbid -20x20 -K20 nůž vnější plátkový ČSN 223722 Slinový karbid -20x20 -K10 nůž čelní pravý plátkový ČSN 223712
30	4131 SU 63A/1250 SOUSTRUH HROTOVÝ	Uprout do skříňové na D183 Zarovnat čelo na le=2, kontrol. míru le=34 Zarovnat čelo D210,8/D150 na měru le69 Soustr. D202,8 na D204 Soustr. otvor D38H7 Srazit hrany 0,5x45°	110 150 110 110	250 280 250 710	0,2 0,2 0,25 0,1	1 1 2 2	3,5 3,5 2,5 0,25	10 10	30 30	17 1	1	3	17	1	3	17	nůž vnitřní plátkový ČSN 223726 Slinový karbid -20x20 -K20 nůž vnější plátkový ČSN 223722 Slinový karbid -20x20 -K10 nůž čelní pravý plátkový ČSN 223712
40	4131 SU 63A/1250 SOUSTRUH HROTOVÝ	Uprout na soustr. trn Soustr. povrch Ø202,8 a D181,0 Soustr. 4x třísnové drážky Zaoblit hrany R1, odlehčit	150 100 84	280 380 250	0,2 0,2 0,1	1 4x5	0,55	10	35	49	1	3,5	45	2	2	45	nůž vnější plátkový ČSN 223722 Slinový karbid -20x20 -K10 zapichovací nůž ČSN 223730 Slinový karbid -25x16 -K10
50	5413 RWI 10 PROTAHOVACKA	Uprout do přípravy Vrnat 5x Ø6,8 pro M8, srazit hrany, zářít M8 vyřezat						10	15	7	1	1,5	7	1	1	8,5	
50	5413 RWI 10 PROTAHOVACKA	Uprout do přípravy Prokřehnout drážku 10P99 Odlehčit	10	0	0,02 na zuby	3x 3x1,15	1	10	12	8,5	1	1,2	8,5	1	1	9,7	návrtáček ČSN221110 vrták ČSN 221121-D0,8 závitník ČSN 223010 -M8 protáhovec trn
60	28922 H 20 BK VYNAZOVACKA 120 KG	Uprout na vyřábění trn Dynamicky vyřábět s příberem vyřábovací roviny A,B,žvýčková naryvátelnost v každé rovině 40g/mm						10	9,6	21,2	1	0,96	21,2	2	2	22,16	
70	9860 KONTROLA	Kontrola díle kontrolní návodky ... Vystavit protok o shodě. Uložit do meziplochy						10	30	1	3						

4 VYHODNOCENÍ VÝROBNÍ METODY

Pro výběr vhodné metody výroby řemenice dle použitého polotovaru je využit způsob vzájemného porovnání výrobních nákladů pro uvažované polotovary. Porovnání je provedeno dle následných kritérií s využitím standardů používaných v PBS TURBO Velká Bíteš a.s.

N_h – náklady na provoz stroje

N_o – náklady na obsluhu stroje

T_c – čas celkový

N_p – náklady na polotovar

N_t – náklady na třísky (se znaménkem - , třísky se budou prodávat)

N_{mz} – náklady na modelovací zařízení (pouze varianta B)

Pro soustruh hrotový je stanovena $N_{h1} = 475 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o1} = 75 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Pro vrtačku otočnou je stanovena $N_{h2} = 451 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o2} = 75 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Pro protahovačku je stanovena $N_{h3} = 451 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o3} = 75 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Pro vyvažovačku je stanovena $N_{h4} = 475 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o4} = 81,4 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Pro pilu rámovou je stanovena $N_{h5} = 364 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o5} = 64,4 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Varianta „A“ - přířez $N_p = hv \cdot 28,4 \text{ Kč.kg}^{-1} = 749,7 \text{ Kč}$
 $N_t = (hv - \check{c}v) \cdot 3,5 \text{ Kč.kg}^{-1} = 65,45 \text{ Kč}$

Kalkulace bude vypadat:

Kalkulační vzorec

$$N_c = (N_{h1} \cdot T_{c1} + N_{o1} \cdot T_{c1}) + (N_{h2} \cdot T_{c2} + N_{o2} \cdot T_{c2}) + (N_{h3} \cdot T_{c3} + N_{o3} \cdot T_{c3}) + (N_{h4} \cdot T_{c4} + N_{o4} \cdot T_{c4}) + (N_{h5} \cdot T_{c5} + N_{o5} \cdot T_{c5}) + N_p - N_t \quad (4.1)$$

$$N_c = (475 \cdot 2,41 + 75 \cdot 2,41) + (451 \cdot 0,14 + 75 \cdot 0,14) + (451 \cdot 0,16 + 75 \cdot 0,16) + (475 \cdot 0,35 + 81,4 \cdot 0,35) + (364 \cdot 0,51 + 64,4 \cdot 0,51) + 749,7 - 65,45 = 2580,73 \text{ Kč}$$

Varianta „B“ - odlitek

$$N_p = hv \cdot 58 \text{ Kč} \cdot \text{kg}^{-1} = 725 \text{ Kč}$$

$$N_t = (hv - \text{čv}) \cdot 3,5 \text{ Kč} \cdot \text{kg}^{-1} = 16,8 \text{ Kč}$$

$$N_{mz} = 83\,000 \text{ Kč}$$

N_{mz} bude poděleno počtem vyráběných kusů.

Kalkulace pro 1 kus bude vypadat:

Kalkulační vzorec pro 1 kus

$$N_c = (N_{h1} \cdot T_{c1} + N_{o1} \cdot T_{c1}) + (N_{h2} \cdot T_{c2} + N_{o2} \cdot T_{c2}) + (N_{h3} \cdot T_{c3} + N_{o3} \cdot T_{c3}) + (N_{h4} \cdot T_{c4} + N_{o4} \cdot T_{c4}) + N_p - N_t + \frac{N_{mz}}{1} \quad (4.2)$$

$$N_c = (475 \cdot 1,45 + 75 \cdot 1,45) + (451 \cdot 0,14 + 75 \cdot 0,14) + (451 \cdot 0,16 + 75 \cdot 0,16) + (475 \cdot 0,36 + 81,4 \cdot 0,36) + 725 - 16,8 + \frac{83\,000}{1} = 84\,863,8 \text{ Kč}$$

Kalkulace pro 500 kusů bude vypadat:

Kalkulační vzorec pro 500 kusů

$$N_c = (N_{h1} \cdot T_{c1} + N_{o1} \cdot T_{c1}) + (N_{h2} \cdot T_{c2} + N_{o2} \cdot T_{c2}) + (N_{h3} \cdot T_{c3} + N_{o3} \cdot T_{c3}) + (N_{h4} \cdot T_{c4} + N_{o4} \cdot T_{c4}) + N_p - N_t + \frac{N_{mz}}{500} \quad (4.3)$$

$$N_c = (475 \cdot 1,45 + 75 \cdot 1,45) + (451 \cdot 0,14 + 75 \cdot 0,14) + (451 \cdot 0,16 + 75 \cdot 0,16) + (475 \cdot 0,36 + 81,4 \cdot 0,36) + 725 - 16,8 + \frac{83\,000}{500} = 2\,029,8 \text{ Kč}$$

Z kalkulace vyplývá, že jednoznačně lepším polotovarem, který bude zvolen, je odlitek. Pro plánování zakázky je třeba určit přesný počet kusů obrobku, pro který bude polotovar odlitek ekonomicky efektivní.

Ekonomický přínos, dle vypočítaných tabulek, bude mezi 11 – tou a 12 - tou sérií vyrobených součástí. Ve zjednodušené tabulce tabulce 4.1 jsou hodnoty mezi 110 a 120 vyrobeným kusem.

Tab. 4.1 Náklady

Počet kusů	Náklady N_c na kus Varianta „A“	Náklady N_c na kus Varianta „B“
1	2580,73	84 863,80
110	2580,73	2 618,30
111	2580,73	2 611,55
112	2580,73	2 604,87
113	2580,73	2 598,31
114	2580,73	2 591,87
115	2580,73	2 585,53
116	2580,73	2 579,30
117	2580,73	2 573,20
118	2580,73	2 567,20
119	2580,73	2 561,20
120	2580,73	2 555,46
500	2580,73	2 029,80

Podle Tab. 4.1 je prvním výrobkem z polotovaru odlitek, který je rentabilní, právě ten s pořadovým číslem 116.

5 OPTIMALIZACE VÝROBNÍ METODY

Současný strojový park PBS TURBO Velká Bíteš a.s. umožňuje pro výrobu řemenice využití obráběcího centra MAZAK INTEGREX 200 Y.

Pro porovnání výroby řemenice na konvenčních strojích a výroby na obráběcím centru MAZAK INTEGREX 200 Y je v následující části vypracován pracovní postup výroby na obráběcím centru Tab. 5.2. Z vypracovaného postupu jsou dle zvyklostí PBS TURBO Velká Bíteš a.s. stanoveny výrobní náklady řemenice z polotovaru odlitek. V příloze č. 3 jsou vyobrazeny nástroje, které budou při využití obráběcího centra použity.



Obr.5.1 Mazak integrex 200 Y (11)



Obr.5.2 Mazak integrex 200 Y - pracovní prostor (11)

Tab.5.1 Parametry obráběcího centra (11)

výrobce	MAZAK	pojezd osa y [mm]	
typ	Integrex 200 Y	hnací výkon (motor vřetene) [kW]	22/18,5
rok výroby	2005	průměr tyče [mm]	
řízení	CNC	průměr sklíčidla [mm]	
místo		rozsah otáček vřetena [min ⁻¹]	5.000
dodání		vrtání vřetena [mm]	
cena bez DPH [EUR]		rozsah otáček-frézování [min ⁻¹]	12.000
průměr soustružení [mm]	260	revolverových stanic / z toho poháněných	2 / 2
obráběná délka [mm]	1.000	rychlý ch. osa x [m.min ⁻¹]	38.000
řízení	CNC	rychlý ch. osa z [m.min ⁻¹]	38.000
oběžný průměr [mm]	660	rychlý ch. osa y [m.min ⁻¹]	26.000
posuv osa x [mm.min ⁻¹]	580	snímač vřetena	
posuv osa z [mm.min ⁻¹]	1.045	celkový výkon [kVA]	66
posuv osa y [mm.min ⁻¹]	160	hmotnost stroje [t]	9,2
pojezd osa x [mm]		rozměry stroje [m]	3,9 x 2,3 x 2,6
pojezd osa z [mm]			

5.1 Porovnání nákladů při použití obráběcí centrum / konvenční stroje

Pro obráběcí centrum je stanovena $N_{h1} = 1\,135 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o1} = 81,4 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Pro protahovačku je stanovena $N_{h3} = 451 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o3} = 75 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Pro vyvažovačku je stanovena $N_{h4} = 475 \text{ Kč.hod}^{-1}$
 $N_{o4} = 81,4 \text{ Kč.hod}^{-1}$

Varianta „B“ - odlitek $N_p = hv \cdot 58 \text{ Kč.kg}^{-1} = 725 \text{ Kč}$
 $N_t = (hv - \check{c}v) \cdot 3,5 \text{ Kč.kg}^{-1} = 16,8 \text{ Kč}$
 $N_{mz} = 83\,000 \text{ Kč}$

N_{mz} bude poděleno počtem vyráběných kusů.

Kalkulace pro 500 kusů bude vypadat:

Kalkulační vzorec pro 500 kusů

$$N_c = (N_{h1} \cdot T_{c1} + N_{o1} \cdot T_{c1}) + (N_{h3} \cdot T_{c3} + N_{o3} \cdot T_{c3}) + (N_{h4} \cdot T_{c4} + N_{o4} \cdot T_{c4}) + N_p - N_t + \frac{N_{mz}}{500} \quad (5.1)$$

$$N_c = (1\,135 \cdot 0,56 + 81,4 \cdot 0,56) + (451 \cdot 0,16 + 75 \cdot 0,16) + (475 \cdot 0,37 + 81,4 \cdot 0,37) + 725 - 16,8 + \frac{83\,000}{500} = 1\,845,40 \text{ Kč}$$

Náklady na 500 ks při použití konvenčních strojů jsou 2 029,80 Kč, zatímco při použití obráběcího centra snížíme náklady na 1 845,40 Kč což je zhruba o 9 %.

ZÁVĚR

S moderními technologiemi jsou kladeny stále vyšší nároky na přípravu výroby, kdy je třeba neustále hledat cesty k minimalizování nákladů na výrobek. Každého výrobce nutí trh, kdy konkurence je vysoká a z druhé strany environmentální aspekty výroby, jež jsou dnes stále více zahrnovány do hodnocení firem.

Z těchto požadavků je vycházeno při zpracování této práce, kdy při požadavku konstrukce na materiál ČSN 42 2420 a specifikaci výrobní dávky 500 kusů za rok při sériovosti 10 ks týdně má být vybrána vhodná metoda výroby. Uvažovány byly dvě metody výroby, tedy polotovary přířez, nebo odlitek. Oba polotovary byly vyspecifikovány, byl vytvořen výkres odlitku. Pro obě varianty byly vybrány nástroje a stroje pro výrobu univerzálními stroji, zpracovány pracovní postupy a určena kritéria pro vyhodnocení výrobních nákladů. Dle těchto kritérií byl pak určen polotovar – odlitek. Efektivnější metoda byla optimalizována použitím obráběcího centra a vyhodnocen případný přínos případným nasazením CNC.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Prof. Ing. KAREL KOČMAN, DrSc. *Speciální technologie obrábění*. 2. vyd. Brno: PC – DIR Real, s.r.o., Brno, Technická 2, 1998. 213 s. ISBN 80-214-1187-2.
2. Ing. EVŽEN SOBEK a kol. *Základy konstruování*. Brno: Akademické vydavatelství CERM, s. r. o., 2004. 109 s. ISBN 80-7204-331-5
3. STROJNÍ PŘÍRUČKA CADIS. [online]. [cit.2008-04-15]. Dostupné na [www:<http://www.kks.zcu.cz/podklady/PRIRUCKA/CADIS/MDOC/F/F15/F15-2/f15-2htm>](http://www.kks.zcu.cz/podklady/PRIRUCKA/CADIS/MDOC/F/F15/F15-2/f15-2htm)
4. PTÁČEK, L. a kol., *Nauka o materiálu II*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1999, 350 s. ISBN 80-7204-248-3 (2. opr. a rozš. vyd.)
5. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění - Kniha pro praktiky*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: *Modern Metal Cutting - A Practical Handbook*. ISBN 91-972299-4-6.
6. *Strojírenská příručka* - svazek 7, SCIENTIA, spol. s r.o., 1996. 211 s. ISBN 80-7183-024-0.
7. Z. PŘIKRI a KOL. *Technologie obrábění*. SNTL Praha 1. 1967, 444 s. DT 621.9
8. HUMÁR, A. *Slinuté karbidy a řezná keramika pro obrábění*. 1. vyd. Brno: CCB, 1995. 265s. ISBN 80-85825-10-4.
9. KOČMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. Brno : Akademické vydavatelství CERM, s. r. o., 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
10. PRAMET. [online]. [cit.2008-05-15]. Dostupné na [www :< http://www.pramet.cz/pramet.cz/index.html>](http://www.pramet.cz/pramet.cz/index.html).
11. BRESSKAMP. [online]. [cit.2008-05-12]. Dostupné na [www :<http://www.bresskamp.com/CNC_soustr._a_frezovaci_centrum_MAZAK_detail-135.html?lang=cz >](http://www.bresskamp.com/CNC_soustr._a_frezovaci_centrum_MAZAK_detail-135.html?lang=cz).

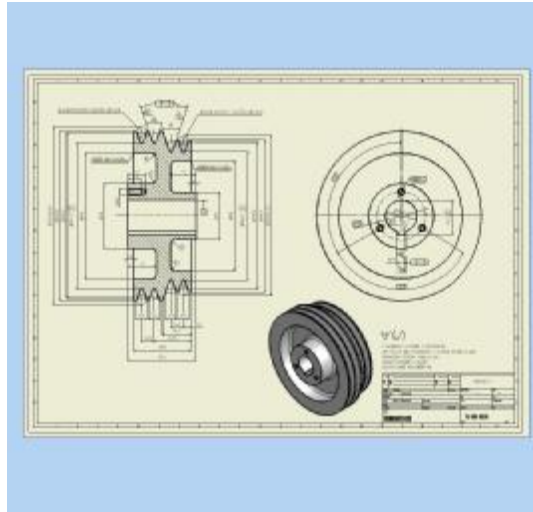
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

R_m	[MPa]	pevnost v tahu
A	[%]	Tažnost
i	[-]	Obrobitelnost materiálu
n	[min ⁻¹]	otáčky obrobku
f	[mm]	posuv na otáčku
v_c	[m min ⁻¹]	řezná rychlost
a_p	[mm]	šířka záběru ostří
T_a	[min]	čas strojový
T_b	[min]	čas přípravný
T_c	[min]	čas celkový

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 ŘEMENICE KXS, č.v. VZ-0160-00236
Příloha 2 ŘEMENICE KXS (odlitek), č.v. VZ-0161-00236
Příloha 3 NÁSTROJE PRO MAZAK INTEGREGX 200 Y

Příloha 1



PŘÍLOHA 3 – NÁSTROJE PRO MAZÁK INTEGREGX 200 Y

OPROJEKT 22								
POŘ.ČÍSLO	NAZEV	Q	H	H	W	W		
1	F10473	NÁZ VNIŘNÍ SOŠ POLNĚ R0,8 UT503 L=045	4	H	244,10	0,08	0,30	
2	F10285	NÁZ VNĚJŠÍ ÚTĚ TRIGON R0,8	2	H	150,00	-44,50	0,30	
OPROJEKT 30								
2	F10285	NÁZ VNĚJŠÍ ÚTĚ TRIGON R0,8	2	H	150,00	-44,50	0,30	
4	F10476	NÁZ VNIŘNÍ SOŠ POLNĚ R0,8 UT503 L=045	4	H	244,76	0,08	0,30	
6	F10488	NAVŮTKA K SOŠO 12 UT503	6	H	179,00	0,09	0,02	
4	F10489	VŮTKA TVRDOKOV PRUM 6,8 UT503	6	H	159,83	0,09	0,02	
7	F10494	ZÁVITNÍK M8 UT503	7	H	144,50	0,02	0,02	
OPROJEKT 42								
8	F10289	NÁZ VNĚJŠÍ ÚTĚ POLNĚ R0,8 UT503-L=100	8	H	166,00	-44,00	0,08	
9	F10490	UPŮCHOVADÍ PLANĚTA 5P3 M8,8-PRO 1 UT503	9	H	104,25	33,30	0,09	

