

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ŘEŠENÍ TECHNOLOGIE JEDNODRÁŽKOVÉ ŘEMENICE S OPERACÍ STATICKÉ VYVÁŽENÍ

**SOLUTION TECHNOLOGY OF PRODUCTION SINGLE GROOVE GUIDE PULLEY WITH
DEMAND ON STATIC BALANCING**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL ŠLOSŘ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2009/10

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Šlosr Michal

kteřý/kteřá studuje v **bakalářském studijním programu**

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

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

Řešení technologie jednodrážkové řemenice s operací statické vyvážení.

v anglickém jazyce:

Solution technology of production single groove guide pulley with demand on static balancing.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor součástí a teorie vyvažování. Návrh technologie se zařazenou vyvažovací operací. Použití moderního nářadí a strojů. Ekonomické vyhodnocení.

Cíle bakalářské práce:

Navrhování technologie s prvky vyvažovací operace. Využití CNC techniky. Orientace v katalogových databázích výrobců nářadí. Posouzení řešení pro sériovou strojírenskou produkci.

Seznam odborné literatury:

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

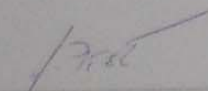
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

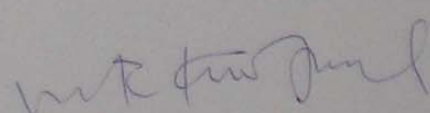
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.




prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu


doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce je tvořena teoretickou částí zabývající se vyvažováním rotorů, především však statickým vyvážením a částí, v které je detailněji rozebrán návrh polotovaru a návrh technologie výroby se statickým vyvážením. V závěrečné fázi je uvedeno ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova

Vyvažování rotorů, nevyváženost, statické vyvážení, technologie výroby.

ABSTRACT

Bachelor thesis consists of a theoretical part dealing with the balancing of rotors, mainly static balance and parts, in which it is analyzed in detail the proposal preparations and design technology with static balance. In the final phase indicated an economic evaluation.

Key words

Balancing of rotors, imbalance, static balance, production technology.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠLOSR, Michal. *Řešení technologie jednodrážkové řemenice s operací statické vyvážení: Bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 40 s., 6 příloh. Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Řešení technologie jednodrážkové řemenice s operací statické vyvážení* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

.....
Michal Šlosr

Poděkování

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

OBSAH

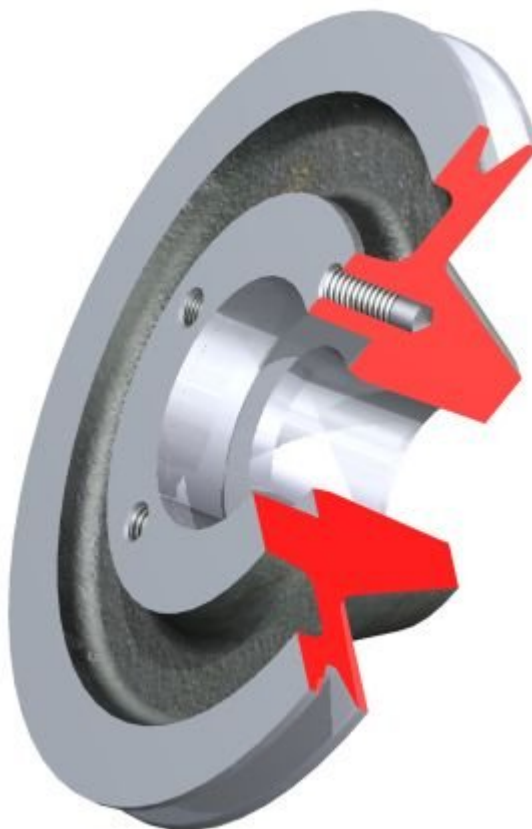
Abstrakt	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah	7
Úvod	8
1 VYVAŽOVÁNÍ ROTORŮ	9
1.1 Druhy nevyváženosti	9
1.1.1 Statická nevyváženost.....	9
1.1.2 Dynamická nevyváženost	10
1.1.3 Obecná nevyváženost.....	11
1.1.4 Kvazistatická nevyváženost.....	11
1.1.5 Dvojicová nevyváženost.....	11
1.2 STATICKÉ VYVAŽOVÁNÍ	12
1.2.1 Přípravky a zařízení ke statickému vyvažování	12
1.2.2 Vyvažovací váhy	15
2 JEDNODRÁŽKOVÁ ŘEMENICE	17
2.1 Technické údaje	17
2.2 Technologičnost konstrukce.....	17
3 POLOTOVAR	18
3.1 Návrh materiálu	18
3.2 Finální podoba.....	19
3.3 Výpočet normy spotřeby materiálu.....	20
3.4 Zhodnocení	23
3.5 Tepelné zpracování	24
4 NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY SE STATICKÝM VYVÁŽENÍM	25
4.1 Upnutí polotovaru.....	25
4.2 Návrh nástrojů	27
4.3 Návrh procesní kapaliny	27
4.4 Návrh strojů.....	28
4.4.1 Vertikální vyvažovačka V 50/100 UFA.....	28
4.5 Výrobní postup	29
4.6 Operační návodka.....	29
5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	30
5.1 Vstupní údaje.....	30
5.2 Strojní zařízení	31
5.3 Nářadí	32
5.4 Shrnutí	34
Závěr	35
Seznam použitých zdrojů.....	36
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	38
Seznam příloh	40

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá technologií výroby jednodrážkové řemenice s následným statickým vyvážením. Záměrem je sestavit jednoduché a zároveň efektivní řešení výroby, aplikovatelné pro sériovou výrobu.

První kapitola je věnována vyvažování rotorů. Zejména pak statickému vyvažování. „*Stále se zvyšující nároky na přesnost chodu a trvanlivost rotačních strojů nelze splnit bez důkladného proměření a vyvážení rotujících součástí.*“ Jak uvádí B. Fryml a V. Borůvka [2], s čímž nelze jinak než souhlasit.

Následující kapitoly se zabývají samotným řešením výroby řemenice. Prvním krokem je popis součástí, následuje volba polotovaru a nezbytnou součástí práce je samotná technologie výroby. V závěru práce je uvedeno ekonomické zhodnocení, které je zaměřeno na náklady spojené s výrobou.



Obr. 1 Jednodrážková řemenice.

1 VYVAŽOVÁNÍ ROTORŮ

Rotorem se rozumí těleso uložené ve dvou ložiskách, která určují osu rotace. Jestliže hmota rotoru je nerovnoměrně rozložena, označuje se jako nevyváženost. Ta způsobuje při rotaci odstředivé síly, hluk a chvění, které se s zvětšujícími se otáčkami stávají nežádoucími [1].

Nevyváženost rotoru má vliv na:

➤ Životnost

Ložiska jsou vibracemi namáhána, a tím podléhají opotřebení. Nevyvážené výrobky mají často krátkou životnost [1].

➤ Bezpečnost

Při chvění může nastat uvolnění šroubových a svěrných spojů. Elektrické spínače jsou rušeny vibracemi, elektrická vedení se mohou přerušit. Toto všechno může vést k omezení provozní bezpečnosti [1].

➤ Kvalitu

Obráběcí stroje jsou ovlivňovány chvěním a vibracemi. Pokud nástroj a vřeteno nejsou přesně vyváženy, dochází k výrobním nepřesnostem [1].

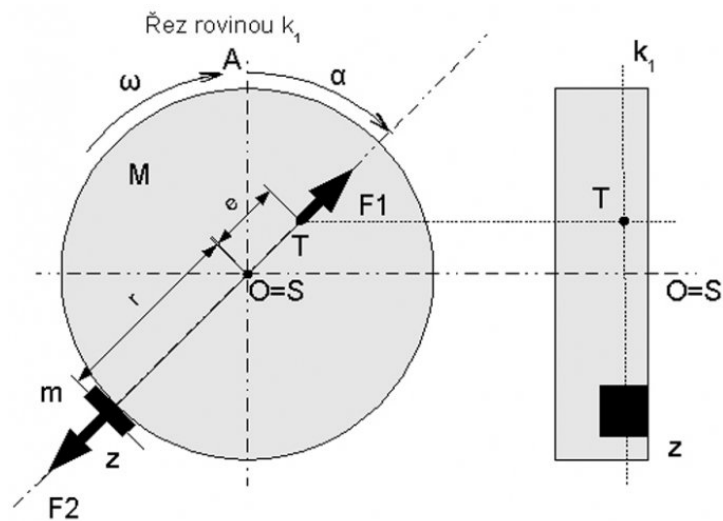
1.1 Druhy nevyváženosti

Nevyváženost se vyskytuje v pěti základních podobách, které jsou popsány následovně.

1.1.1 Statická nevyváženost

Nevyváženost krátkého rotoru o hmotnosti M se projevuje posunem těžiště T do vzdálenosti e mimo střed S rotoru, a také umístěním T v rovině k_1 , uprostřed šířky rotoru - obr. 1.0 [9].

Při statickém vyvažování je snahou vhodně posunout těžiště tělesa zpět do osy rotace za použití operace přidání nebo ubrání hmoty v jedné vyvažovací rovině [2].



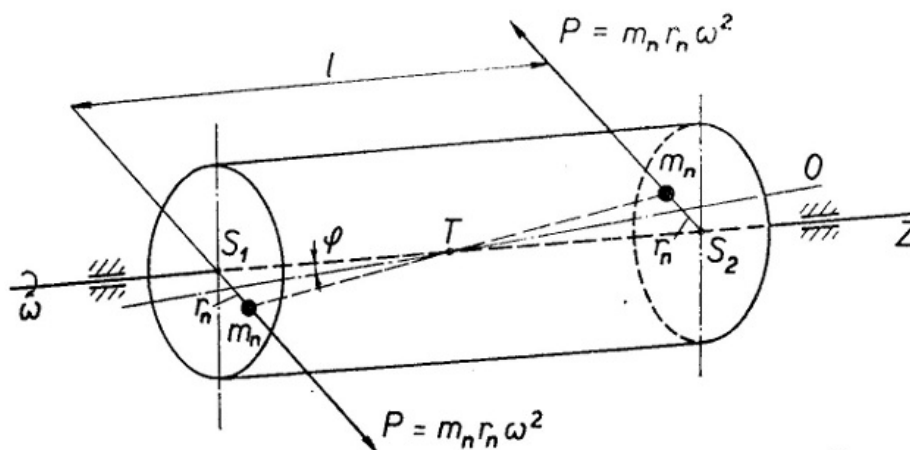
Obr. 1.0 Krátký nehomogenní rotor vyvážený závažím m s jeho odstředivou silou F_2 , podle [9].

1.1.2 Dynamická nevyváženost

Dynamická nevyváženost obr. 1.1 vznikne, když těžiště tělesa je na ose rotace a hlavní osa setrvačnosti je s osou rotace různoběžná.

Když necháme nevyvážený rotor volně kývat kolem osy rotace, zůstane při různém natočení v klidu. Ovšem necháme-li ho rotovat, projeví se působení odstředivých sil.

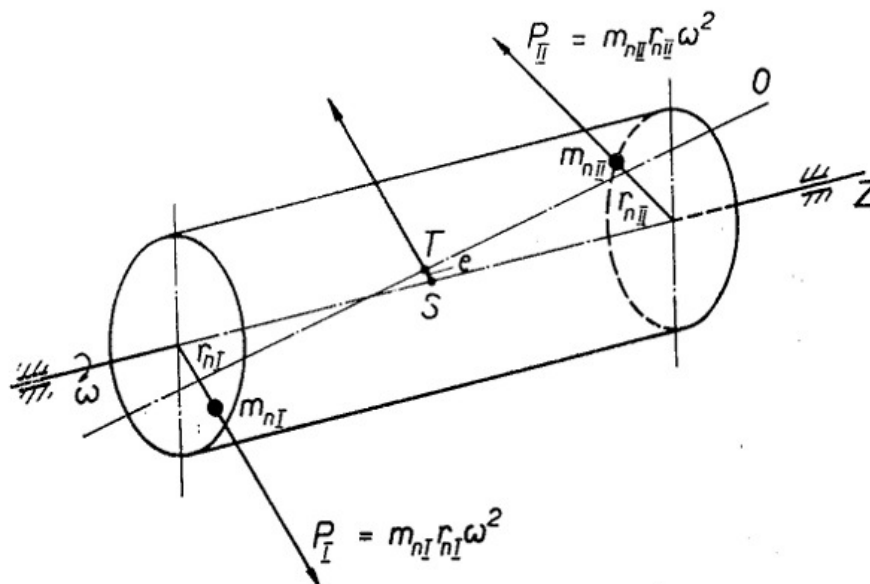
Dynamická nevyváženost se odstraní operací připojením nebo odebráním dvou stejně velkých hmot ve dvou vyvažovacích rovinách [2].



Obr 1.1 Dynamicky nevyvážený rotor, podle [2].

1.1.3 Obecná nevyváženost

Obecná nevyváženost rotoru obr. 1.2 vznikne, jestliže je jeho hlavní osa momentu setrvačnosti mimoběžná s osou rotace. Taková to nevyváženost je složena z nevyváženosti čistě statické a dynamické a je v praxi nejčastější [2].



Obr. 1.2 Obecně nevyvážený rotor, podle [2].

1.1.4 Kvazistatická nevyváženost

Kvazistatická nevyváženost rotoru vznikne, jestliže je jeho hlavní osa momentu setrvačnosti různoběžná s osou rotace a jejich průsečík není ve středu hmotnosti.

Nevyváženost lze odstranit operací připojením nebo odebráním hmoty v jediné rovině, podobně jak tomu bylo při statické nevyváženosti [3].

1.1.5 Dvojicová nevyváženost

Dvojicová nevyváženost rotoru vznikne, jestliže je jeho hlavní osa momentu setrvačnosti různoběžná s osou rotace a jejich průsečík je ve středu hmotnosti. Z toho vyplývá, že výslednice odstředivých sil je nulová a zbývá pouze setrvačná silová dvojice.

Nevyváženost se odstraní operací připojením nebo odebráním dvou stejně velkých hmot ve dvou vyvažovacích rovinách [3].

1.2 STATICKÉ VYVAŽOVÁNÍ

Staticky se vyvažují většinou jen takové součásti, které mají tvar disku, nebo-li mají malou axiální délku a pracují při menších provozních otáčkách. Statické vyvažování válcových těles, s ohledem na měřicí chyby, nevede obvykle k výsledkům, které by byly naprosto dokonalé. V praxi se vyvažování považuje za skončené v tom případě, když zbytkový nevyvážek je menší než technologickým předpisem stanovený přípustný nevyvážek [2].

Statickým vyvažováním není možno odstranit působení dvojice sil vzniklé dynamickým nevyvážením.

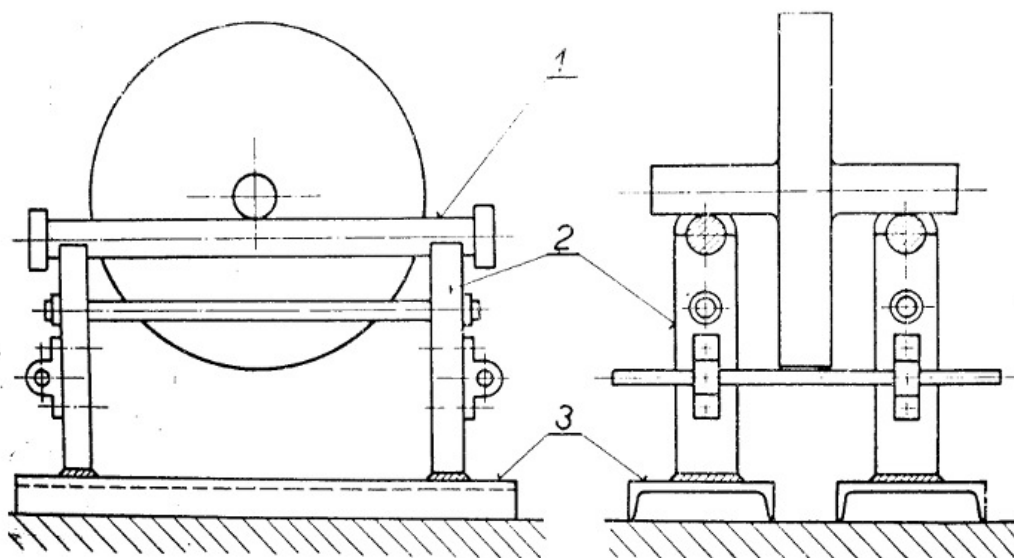
1.2.1 Přípravky a zařízení ke statickému vyvažování

Volba přípravku závisí na rozměrech a váze vyvažovaného tělesa. K docílení co největší citlivosti statického vyvážení, je zapotřebí, aby třecí odpory byly co nejmenší [2].

a) Vyvažovací pravítka

Tyto pravítka obr. 1.3 jsou nejjednodušší a zároveň často používaná. Po konstrukční stránce mají splňovat následující podmínky:

- přesně vodorovná,
- dostatečně tvrdá (zakalená),
- velmi hladce opracovaná.



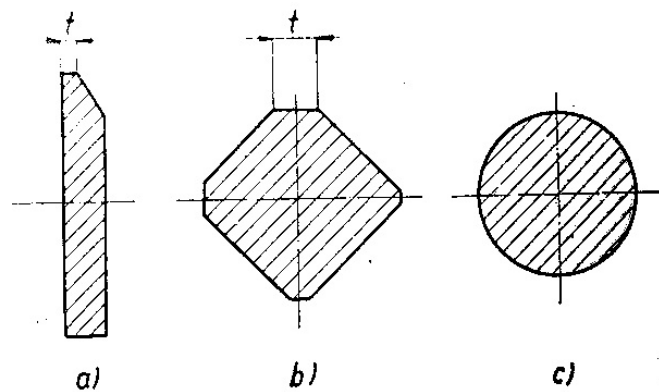
Obr. 1.3 Zařízení pro statické vyvažování na pravítkách, podle [2].

1 – pravítka kruhového průřezu, 2 – podpory, 3 – základové příčníky.

Volba průřezu pravítka obr. 1.4 závisí hlavně na hmotnosti vyvažovaného tělesa, viz tab. 1.1. Značným nedostatkem pravítek je, že na nich nelze vyvažovat součásti s různými průměry čepů [2].

Tab. 1.1 Volba pravítka, podle [2].

Hmotnost součásti [kg]	Šířka pravítka t [mm]
3	0,3
30	3,0
300	10
2000	30

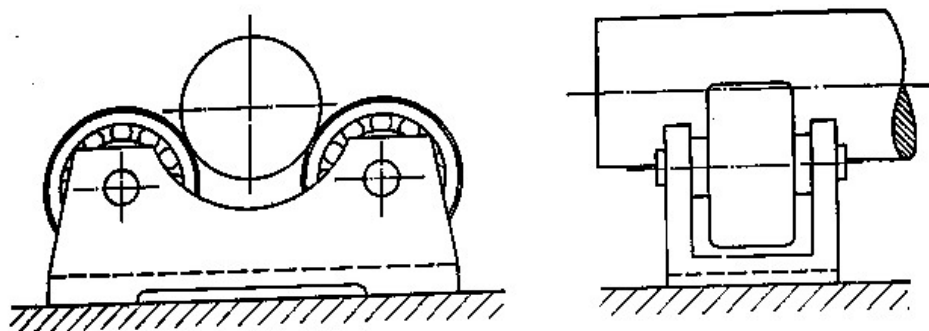


Obr. 1.4 Tvary průřezu pravítek, podle [2].

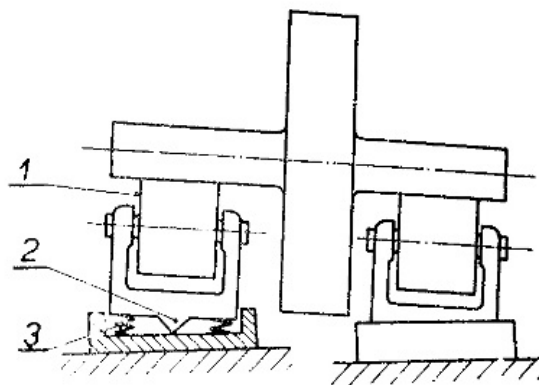
b) Vyvažování s válečky

Nejjednodušší uspořádání je naznačeno na obr. 1.5, kde vodící plochu tvoří vnější kroužek kuličkového ložiska. Nevýhody u zařízení s pravítky se válečky odstraní [2].

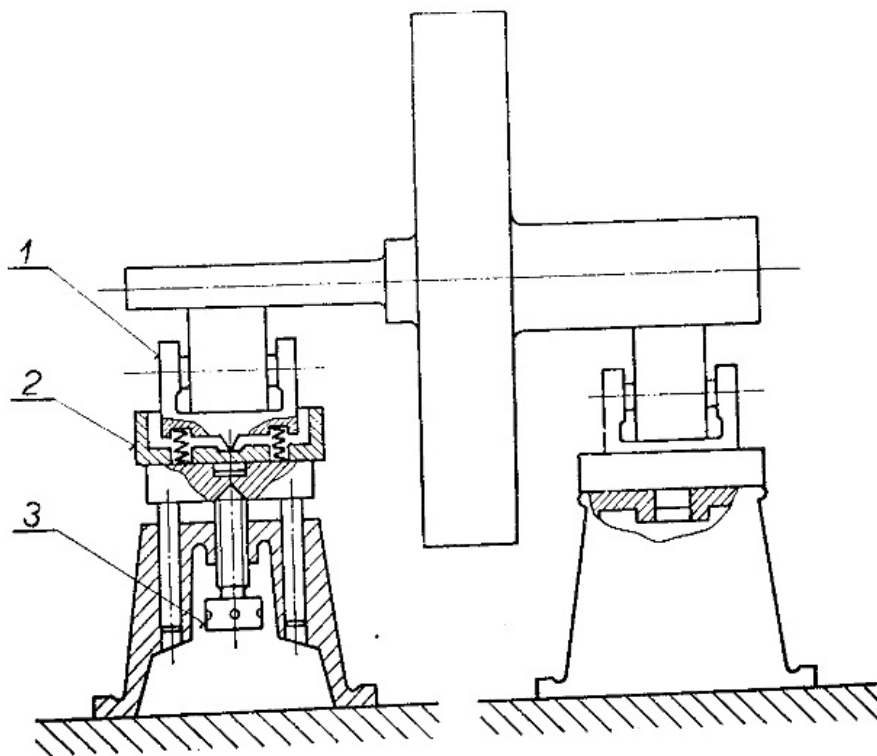
Další varianty vyvažování s válečky jsou znázorněny na obr. 1.6 a na obr. 1.7.



Obr. 1.5 Zařízení pro statické vyvažování s válečky, podle [2].



Obr. 1.6 Schéma samoustavujícího zařízení pro správné uložení rotoru, podle [2]. 1 – podpěrné válečky, 2 – hrot, 3 – tlačné pružiny.

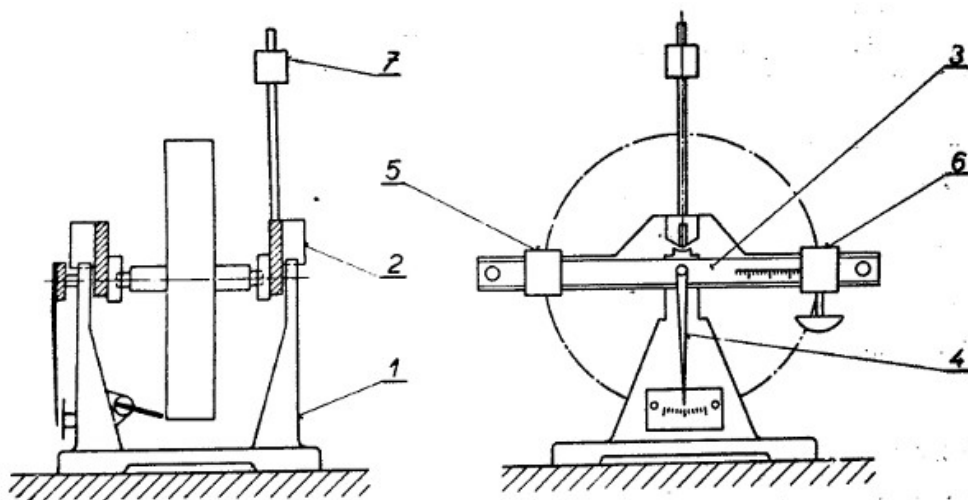


Obr. 1.7 Vyvažovací zařízení pro rotory s nesterjnými průměry čepů, podle [2]. 1- stojánek s válečky, 2- pouzdro, 3 – šroub pro nastavení výšky.

1.2.2 Vyvažovací váhy

Pro statické vyvažování slouží stroje, které se nazývají vyvažovací váhy. Fungují na principu pohybu dvouramenné páky [2].

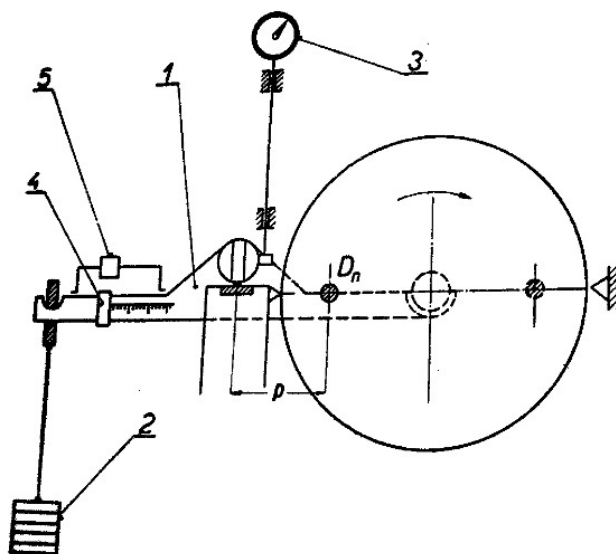
Nutno dodat, že tyto stroje se používaly již v 60. letech minulého století. Dnes se využívají moderní vyvažovací stroje a centra, u kterých je proces vyvažování víceméně zautomatizován. Níže jsou uvedeny tři konstrukční řešení těchto vah.



Obr.1.8 Vyvažovací váha, podle [2]. 1-stojan, 2-břít vahadla, 3-pravítko, 4-ukazatel, 5,6-pohyblivé závaží, 7-závaží.

Konstrukce vah na obr. 1.8 je provedena tak, aby těžiště vahadla spolu s rotorem, bylo níže než střed kývání.

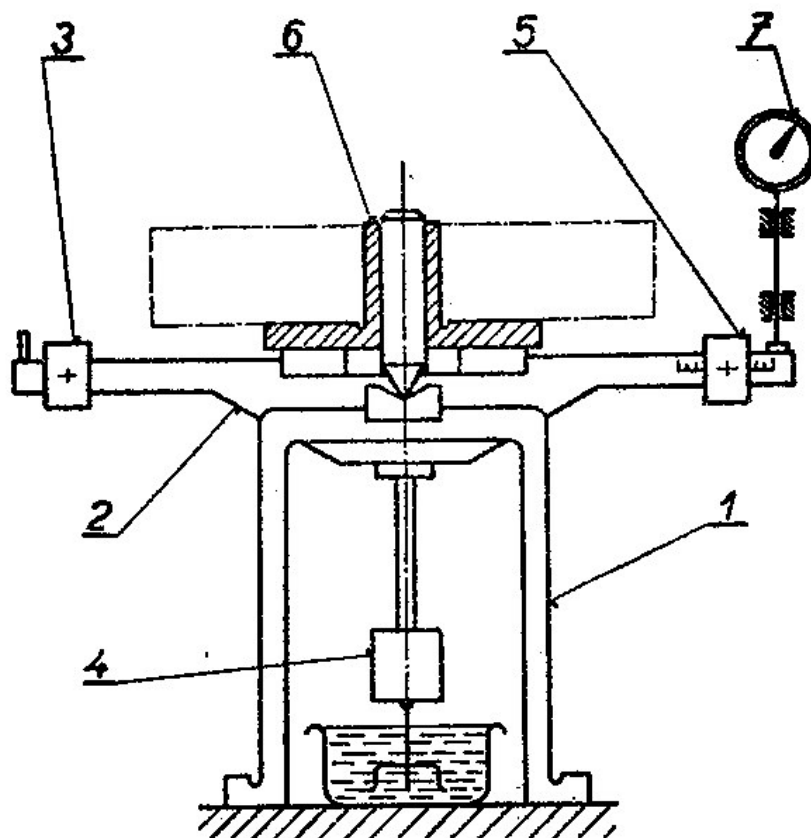
Nevýhodou je velká požadovaná přesnost při výrobě a nutnost použití speciálních trnů, takže rotory nemohou být vyváženy na svých hřídelích [2].



Obr.1.9 Vyvažovací váha, podle [2]. 1-vahadlo, 2,4,5-závaží, 3-číselníkový úchylkoměr.

Obdobné zařízení je vidět na obr. 1.9 s tím rozdílem, že proti předchozí variantě je toto provedení jednodušší a méně náročné na přesnou výrobu. Celková přesnost vyvážení je však nižší.

V praxi se, hlavně při sériovém vyvažování, používá zařízení, do kterého se vkládá součást tak, aby osa rotace byla svislá obr. 1.10. Využití tohoto ustavení součásti je potom v možnosti použití doplňujícího zařízení, které umožní odstranění nevyvážené hmoty (např. vrtačka) [2].



Obr. 1.10 Vyvažovací váha, podle [2]. 1-rám, 2-kyvadlo, 3,4,5-posuvná závaží, 6-středící vložka, 7-úchylkoměr.

2 JEDNODRÁŽKOVÁ ŘEMENICE

Dnes se v praxi používají moderní víceřadé řemenice. Zejména je tomu tak v motorech automobilů. Nicméně v tomto případě bylo zapotřebí řemenici zkorigovat na řemenici jednořadou dle zadání.

2.1 Technické údaje

Řemenice (č. výkresu: 2-3P2-01-01) pro klínový řemen, určená pro přenos kroutícího momentu z hnací hřídele přes svěrný spoj s kuželem, slouží k přenosu středních výkonů.

Materiál pro výrobu je zvolen šedá litina ČSN 42 2420 (EN-GJL-200). Požadovaná výroba za rok je 50 000 ks.

2.2 Technologičnost konstrukce

Řemenice se bude vyrábět třískovým obráběním na CNC stroji SP 280, kdy polotovarem je odlitek. Při výrobě drážky řemenice bude použit přípravek pro zajištění souososti. Dále je třeba dodržet toleranci kruhového házení předepsanou na výkrese, tj. 0,02 mm, 0,05 mm a 0,25 mm.

Z hlediska dodržení výrobních úchylek rozměrů a jakosti povrchu součásti byly tyto hodnoty voleny optimálně pro danou funkci součásti i pro její výrobu [16].

Z hlediska vztahu mezi stupněm lícování a průměrnou aritmetickou úchylkou profilu (dále jen Ra) daná součást splňuje požadavky. Pro výrobu bude použita norma ISO 2768 – mK, která zaručuje nižší náklady při výrobě.

Zvýšení produktivity a efektivity práce bude zaručovat použitý polotovar – odlitek, dále pak využití CNC techniky, kde dochází ke zvýšení produktivity oproti běžným konvenčním strojům [16].

Z hlediska jednotnosti základen daná součást splňuje požadavky. Konstrukční základna, od které vychází kótovací systém, je současně základnou technologickou. Upínací, případně ustavovací základny, jsou voleny tak, aby poloha součásti při obrábění byla jednoznačná a stabilní [16].

3 POLOTOVAR

Vzhledem k velkému počtu vyráběných kusů je nutno zvolit takový polotovár, aby náklady na materiál byly minimální. Typickým představitelem polotovarů pro velké výrobní série jsou odlitky.

3.1 Návrh materiálu

V **1. variantě** je zvoleným polotovarem odlitek z šedé litiny. Konkrétní typ litiny byl vybírán na základě doporučení a zkušeností, kdy nejpoužívanější litinou na výrobu řemenic je šedá litina ČSN 42 2415 nebo ČSN 42 2420. Pro lepší mechanické vlastnosti, uvedené v tab. 3.1, byla zvolena šedá litina ČSN 42 2420 (EN-GJL-200).

Tab. 3.1 Mechanické vlastnosti šedých litin, podle [8]

Vlastnost		Označení litiny dle EN a ČSN			
		EN-GJL-150 (EN-JL 1020) 42 2415	EN-GJL-200 (EN-JL 1030) 42 2420	EN-GJL-250 (EN-JL 1040) 42 2425	EN-GJL-300 (EN-JL 1050) 42 2430
		Struktura			
		Feriticko- perlitická	Perlitická		
Pevnost v tahu	R_m [$N \cdot mm^{-2}$]	150 až 250	200 až 300	250 až 350	300 až 400
Smluvní mez kluzu	$R_{p0,1}$ [$N \cdot mm^{-2}$]	98 až 165	130 až 195	165 až 228	195 až 260
Tažnost	A [%]	0,8 až 0,3	0,8 až 0,3	0,8 až 0,3	0,8 až 0,3

V **2. variantě** je použita řemenice dělená, kdy věnec a náboj řemenice bude vyroben jako odlitek z šedé litiny ČSN 42 2420 (EN-GJL-200) z výše uvedených důvodů.

3.2 Finální podoba

1. Varianta:

Odlitek obr. 3.1 je navržen tak, aby přechody mezi stěnami byly plynulé a aby nebyl tvarově náročný. Odlévá se do pískové formy. Přídavky na obrábění jsou zvoleny 3 mm. Technologické úkosy jsou orientovány kolmo k dělicí rovině a jsou zvoleny (2 a 5°) [10].

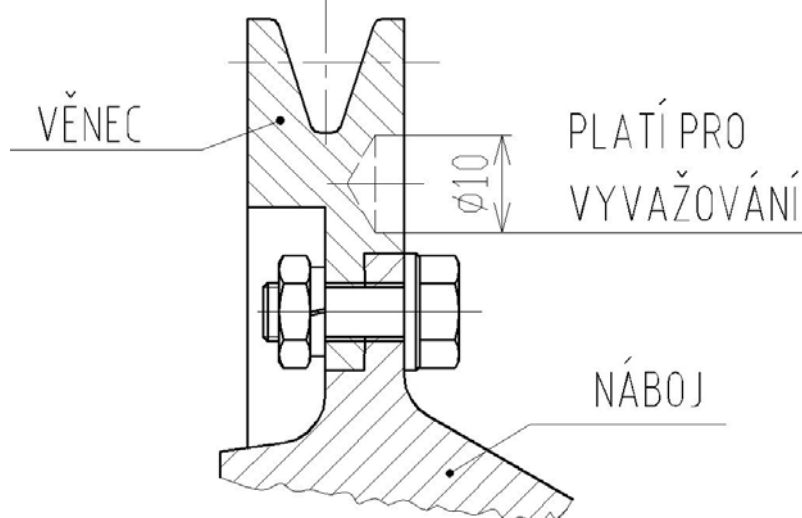


Obr. 3.1 Řez odlitkem.

2. Varianta:

Tato varianta má stejné náležitosti jako předchozí návrh s tím rozdílem, že věnec a náboj řemenice jsou odlity zvlášť. Jak je vidět z obr. 3.2, věnec a náboj je ve výsledku spojen šroubovým spojem celkem na osmi místech.

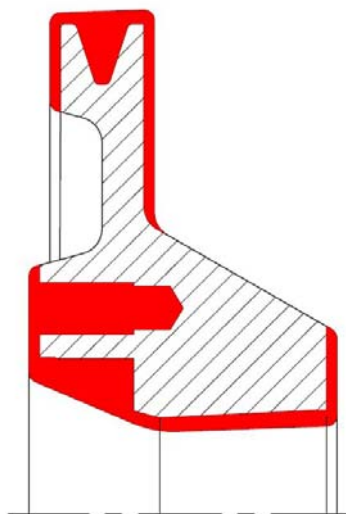
Představa je taková, že v případě poruchy či opotřebení věnce se nebude muset pořizovat celá řemenice. Postačí výměna věnce řemenice.



Obr. 3.2 Sestavení řemenice.

3.3 Výpočet normy spotřeby materiálu

1. Varianta



Obr. 3.3 Znázornění odebíraného materiálu.

Norma spotřeby materiálu:

$$N_m = Q_s + Z_m \text{ [kg]} \quad (3.1)$$

kde: Q_s ... hmotnost hotové součásti [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_s = 3,593 \text{ kg}$

Z_m ... celkové ztráty materiálu na jednici [kg]

$$N_m = 3,593 + 1,314 = 4,907 \text{ kg}$$

Celkové ztráty materiálu na jednici:

$$Z_m = q_k + q_u + q_o \text{ [kg]} \quad (3.2)$$

kde: q_k ... ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče připadající na jednici [kg]

q_u ... ztráta materiálu vzniklá dělením, připadající na jednici [kg]

q_o ... ztráta vzniklá obráběním přídavku [kg]

$$Z_m = q_k + q_u + q_o = 0 + 0 + 1,314 = 1,314 \text{ kg}$$

Ztráta vzniklá obráběním přídavku:

$$q_o = Q_p - Q_s \text{ [kg]} \quad (3.3)$$

kde: Q_s ... hmotnost hotové součásti [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_s = 3,593 \text{ kg}$

Q_p ... hmotnost polotovaru [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_p = 4,907 \text{ kg}$

$$q_o = 4,907 - 3,593 = 1,314 \text{ kg}$$

Stupeň využití materiálu:

$$K_m = \frac{Q_s}{N_m} [-] \quad (3.4)$$

kde: Q_s ... hmotnost hotové součásti [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_s = 3,593 \text{ kg}$

N_m ... norma spotřeby materiálu

$$K_m = \frac{3,593}{4,907} = 0,732$$

Z výše vypočtených hodnot vyplývá, že využitelnost materiálu je přibližně 73%. Toto využití materiálu je přijatelné a vypovídá o nutnosti malého odběru třísek i o menším pracovním čase, který je potřebný pro výrobu dané součásti.

2. Varianta

Obr. 3.4 Řez odlitkem náboje řemenice.



Obr. 3.5 Řez odlitkem věnce řemenice.

Věncem řemeniceNorma spotřeby materiálu:

$$N_m = Q_s + Z_m \text{ [kg]}$$

kde: Q_s ... hmotnost hotové součásti [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_s = 1,177 \text{ kg}$

$$N_m = 1,177 + 0,909 = 2,086 \text{ kg}$$

Celkové ztráty materiálu na jednici:

$$Z_m = q_k + q_u + q_o = 0 + 0 + 0,909 = 0,909 \text{ kg}$$

Ztráta vzniklá obráběním přídavku:

$$q_o = Q_p - Q_s \text{ [kg]}$$

kde: Q_s ...hmotnost hotové součásti [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_s = 1,177 \text{ kg}$

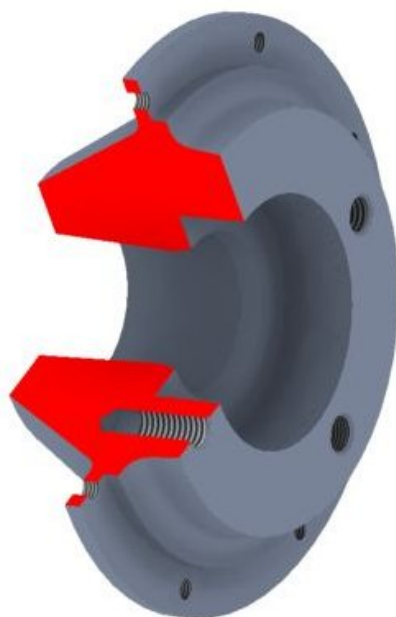
Q_p ...hmotnost polotovaru [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_p = 2,086 \text{ kg}$

$$q_o = 2,086 - 1,177 = 0,909 \text{ kg}$$

Stupeň využití materiálu:

$$K_m = \frac{Q_s}{N_m} = \frac{1,177}{2,086} = 0,564$$



Obr. 3.6 Řez nábojem
řemenice.



Obr. 3.7 Řez věncem
řemenice.

Náboj řemeniceNorma spotřeby materiálu:

$$N_m = Q_s + Z_m \text{ [kg]}$$

kde: Q_s ...hmotnost hotové součásti [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_s = 2,407 \text{ kg}$

$$N_m = 2,407 + 0,6 = 3,007 \text{ kg}$$

Celkové ztráty materiálu na jednici:

$$Z_m = q_k + q_u + q_o = 0 + 0 + 0,6 = 0,6 \text{ kg}$$

Ztráta vzniklá obráběním přídatku:

$$q_o = Q_p - Q_s \text{ [kg]}$$

kde: Q_s ...hmotnost hotové součásti [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_s = 2,407 \text{ kg}$

Q_p ...hmotnost polotovaru [kg] => vygenerováno z programu

Inventor 2008, $Q_p = 3,007 \text{ kg}$

$$q_o = 3,007 - 2,407 = 0,6 \text{ kg}$$

Stupeň využití materiálu:

$$K_m = \frac{Q_s}{N_m} = \frac{2,407}{3,007} = 0,8$$

Z výše vypočtených hodnot vyplývá, že využitelnost materiálu je přibližně 56% u věnce a 80% u náboje řemenice.

3.4 Zhodnocení

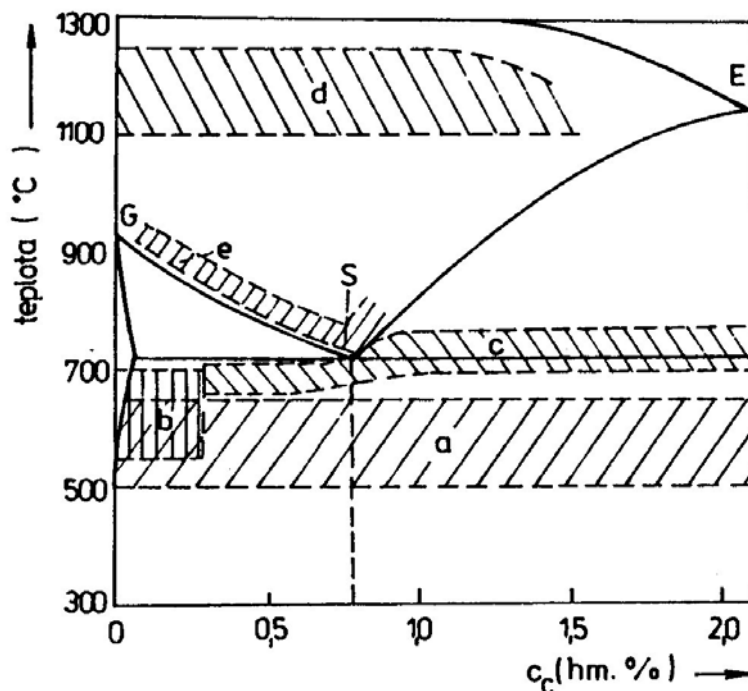
Obě představené varianty mají bezesporu své výhody a nevýhody, ovšem srovná-li se využití materiálu polotovaru, je zřejmé, že jako výhodnější varianta se jeví varianta č. 1.

Tab. 3.1 Využití materiálu.

	K_m věnce[%]	K_m náboje[%]	K_m [%]
Varianta 1	---	---	73
Varianta 2	56	80	68

3.5 Tepelné zpracování

U odlitků z šedé litiny se používá žíhání k odstranění vnitřního pnutí. Cílem je odstranit nebo snížit vnitřní pnutí uvnitř materiálu, které vzniklo jako důsledek předchozího zpracování. Teplota ohřevu je 500 až 650 °C [12].



Obr. 3.8 Znázornění oblastí pro žíhání, podle [17].
a - ke snížení pnutí, b – rekrytalizační, c - na měkko,
d – homogenizační, e – normalizační.

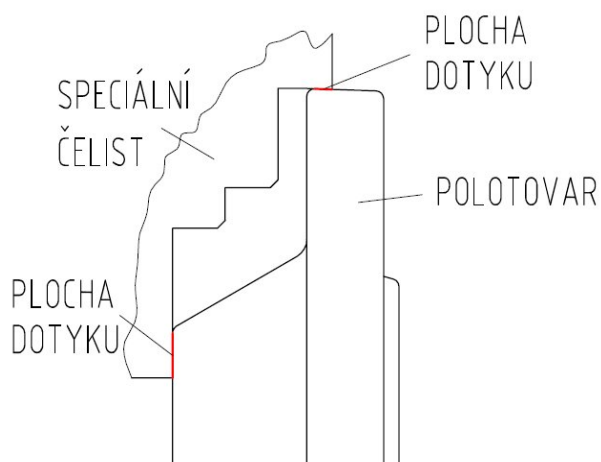
- Ohřívá se rychlostí 100°C/hod na teplotu 550°C [11].
- Výdrž na teplotě až 8 hodin (podle složitosti odlitku a požadavku na stupeň snížení vnitřního pnutí) [11].
- Následuje pomalé ochlazování rychlostí 25 až 75 °C·hod⁻¹ v peci na teploty 150 až 250 °C, z které odlitky dále ochlazujeme již na vzduchu [11].

4 NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY SE STATICKÝM VYVÁŽENÍM

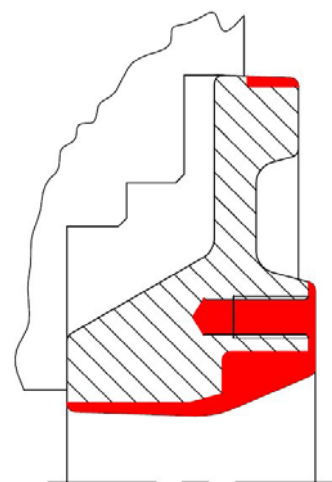
Cílem navržené technologie výroby je co nejefektivněji a nejproduktivněji vyrobit jednodrážkovou řemenici, a to zvolením vhodných upínacích ploch, nástrojů a strojů.

4.1 Upnutí polotovaru

Pro zajištění jednoznačného a spolehlivého upnutí v operaci 01/01 bylo zapotřebí vyrobit speciální čelisti do sklíčidla. Čelisti jsou opatřeny plochou s úkosem a prodlouženou opěrnou částí, jak je vidět na obr. 4.1

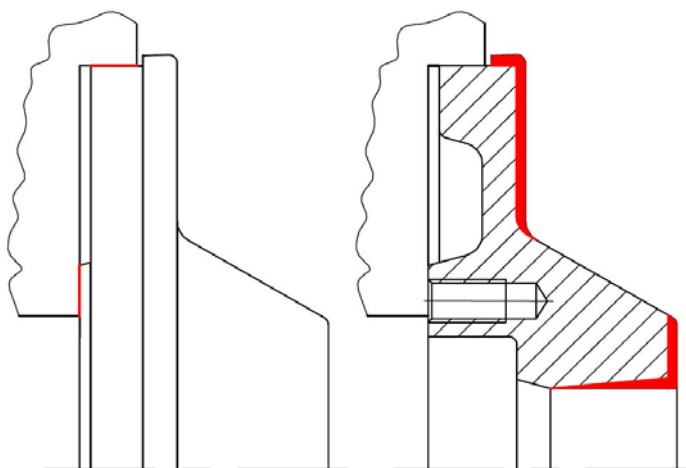


Obr. 4.1 Schéma upnutí polotovaru v operaci 01/01.



Obr. 4.2 Schéma množství odebraných třísek v operaci 01/01.

V operaci 03/03 bylo zapotřebí stejně jako u předchozího případu vyrobit čelisti do sklíčidla tak, aby bylo zajištěno jednoznačné upnutí polotovaru, jak je vidět na obr. 4.3

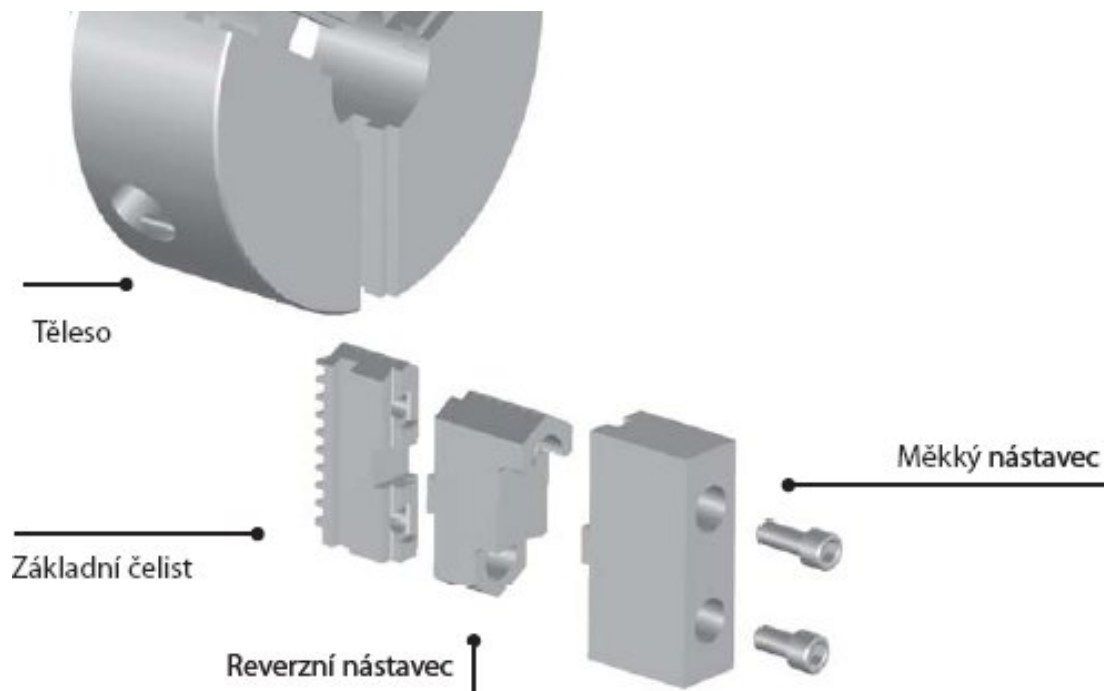


Obr. 4.3 Schéma upnutí polotovaru v operaci 03/03.

Obr. 4.4 Schéma množství odebraných třísek v operaci 03/03.

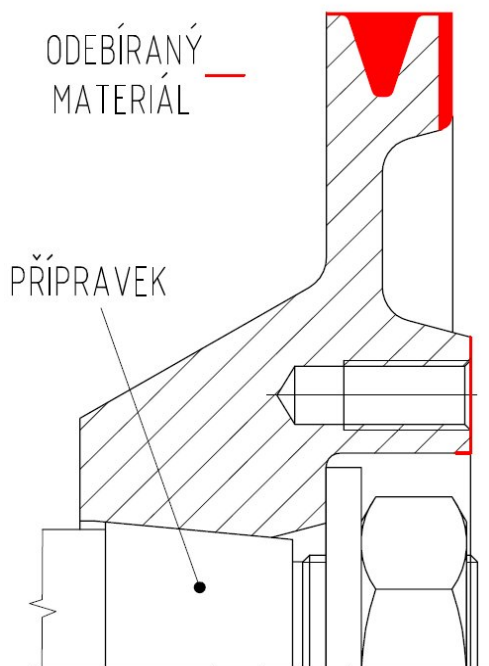
Upnutí v obou výše uvedených operacích bylo možné zrealizovat díky sestavení základních čelistí a zároveň reverzních a měkkých nástavců, jak

je uvedeno na obr. 4.5. Přičemž na měkkých nástavcích byla zhotovena požadovaná kontura.

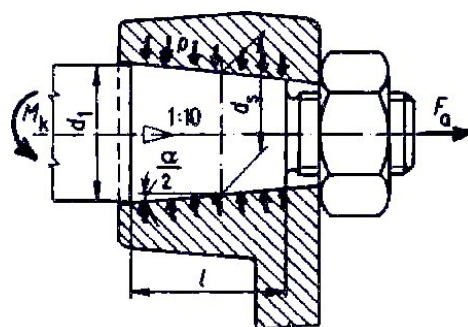


Obr. 4.5 Znárodnění sestavení čelisti, podle [13].

V operaci 05/05 bude použit přípravek pro zajištění souososti drážky řemenice s osou řemenice a pro splnění požadované tolerance kruhového házení. Přípravek obr. 4.6 pracuje na principu svěrného spoje s kuželem.



Obr. 4.6 Schéma upnutí polotovaru v operaci 05/05.



Obr. 4.7 Schéma svěrného spoje kuželového konce hřídele, podle [21].

4.2 Návrh nástrojů

Navržené nástroje tab. 4.1 jsou zvoleny s důrazem na kvalitu a produktivitu práce. Snahou bylo volit moderní nástroje, které jsou v dnešní době k dispozici.

V operaci dokončení drážky pro klínový řemen bylo nutné zařadit tvarový nůž, protože dno drážky je příliš úzké na to, aby se tam dostal zvolený upichovací nůž.

Tab. 4.1 Návrh nástrojů

<u>Nástroje na hrubování:</u>			<u>Nástroje na dokončení:</u>		
- Soustružnický nůž vnější Nožový držák: PCLNR 2525 M12 VBD: CNMG120408E-F			- Soustružnický nůž vnější Nožový držák: MDJNR 2525M11 VBD: DNMU 110404E-F		
f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: Pramet Tools s.r.o.	f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: PrametTools s.r.o.
0,3	160		0,15	180	
- Soustružnický nůž vnitřní Nožový držák: S20S-SDUCR 11 VBD: DCMT 11T308E-UR			- Soustružnický nůž vnitřní Nožový držák: S20S-SVQCR 11 VBD: VCMT 110304E-UM		
f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: Pramet Tools s.r.o.	f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: Pramet Tools s.r.o.
0,3	140		0,15	170	
- Upichovací nůž Nožový držák: GLCCR 2020 K2,65 VBD: LCMX 020502TN			- Strojní závitník se šroubovitou drážkou M10 DIN 371		
f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: Pramet Tools s.r.o.	f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: FALTI s.r.o.
0,3	90		1,5	8,4	
- Vrták ϕ 8,5 DIN 338 RN			- Nůž soustružnický 25x16x140mm na klínové drážky řemenic (tvarový nůž)		
f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: FALTI s.r.o.	f [mm]	v_c [m.min ⁻¹]	Výrobce: Strojírny Poldi a.s.
0,16	35		0,15	30	

Pozn.: Bližší specifikace vybraných nástrojů je uvedena v příloze.

4.3 Návrh procesní kapaliny

Pro obrábění se navrhuje použití procesní kapaliny, a to *MOL Acticut ME 32*. Tato procesní kapalina je vhodná pro obrábění litiny a legovaných ocelí. Zabezpečuje dlouhou životnost nástrojů a vysokou kvalitu obráběné součásti [15].

4.4 Návrh strojů

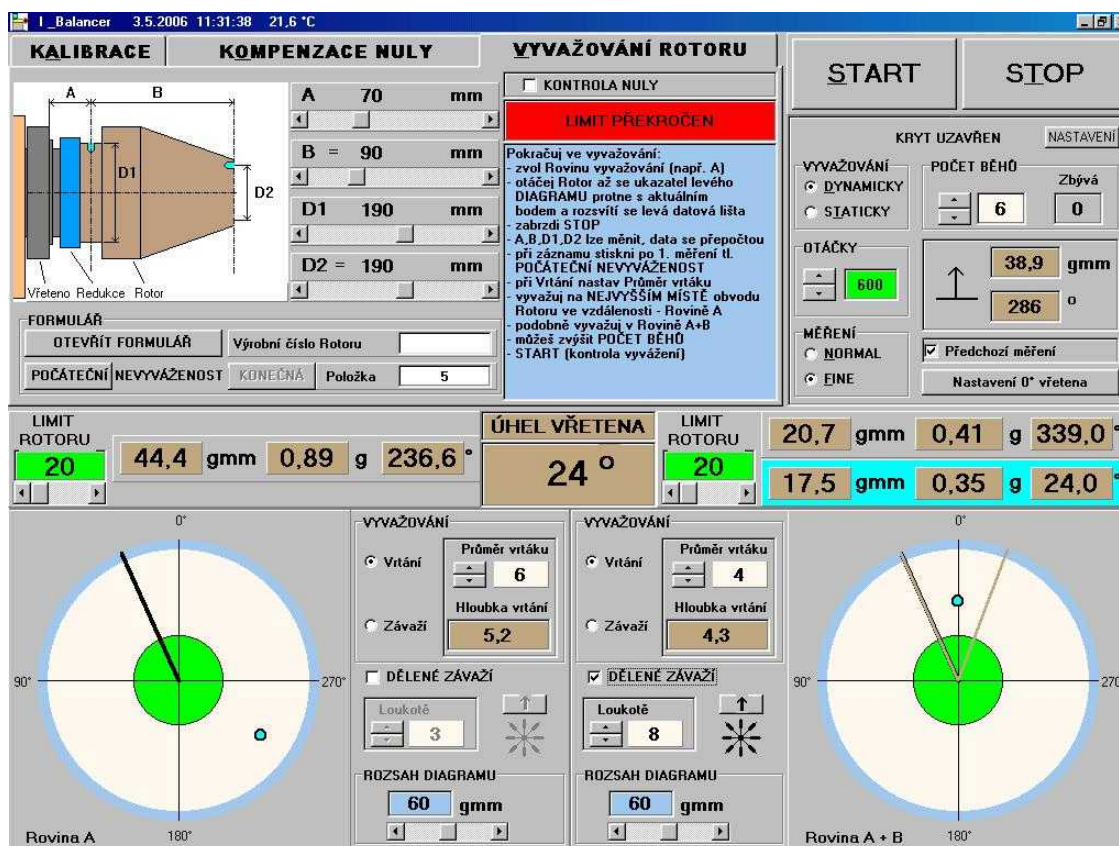
Navržené stroje jsou zvoleny s důrazem na kvalitu a produktivitu práce. Snahou bylo volit moderní stroje, které jsou v dnešní době k dispozici.

- Vertikální vyvažovací stroj: V 50/100 UFA,
- CNC soustruh: SP 280.

Jako možná varianta se nabízí možnost využití konvenčního soustruhu pro hrubovací operace. Především proto, že při obrábění odlitků dochází ke vzniku rázů od nerovností (např. pozůstatky nálitku a dělicí roviny atp.), což ovlivňuje životnost nástroje a především stroje. Vzhledem k tomu, že CNC technika je poměrně drahá záležitost (řádově miliony Kč), měly by se vyhodnotit možné ekonomické důsledky při poškození stroje.

4.4.1 Vertikální vyvažovačka V 50/100 UFA

Tento vyvažovací stroj je opatřen automatickým odvrtáváním. Potřebný objem, který je nutno odebrat pro požadované vyvážení, si stroj automaticky zhodnotí, stejně tak i místo odvrtání. V případě, kdy jsou souřadnice a rozměry otvoru stanoveny např. na výkresu, lze odpovídající hodnoty nastavit v počítači stroje ručně. Vyobrazení na displeji stroje může vypadat podobně jako na obr. 4.8.



Obr. 4.8 Vyobrazení na displeji moderního vyvažovacího stroje při vyvažování, podle [14].

4.5 Výrobní postup

Pro lepší přehlednost je výrobní postup umístěn v příloze 2.

4.6 Operační návodka

Pro lepší přehlednost je operační návodka umístěna v příloze 1.

Příklad výpočtu:

Otáčky:

$$n = \frac{10^3 \cdot v_c}{\pi D} \quad [\text{min}^{-1}] \quad (4.1)$$

kde: v_c ...řezná rychlost [$m \cdot \text{min}^{-1}$]
D...průměr součásti [mm]

$$n = \frac{10^3 \cdot 160}{\pi \cdot 190} = 268 \text{ min}^{-1}$$

Strojní čas:

$$t_{AS} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} \quad [\text{min}] \quad (4.2)$$

kde: L...dráha nástroje [mm]
f...posuv na otáčku obrobku [mm]
i...počet třísek

$$t_{AS} = \frac{11 \cdot 1}{268 \cdot 0,3} = 0,14 \text{ min}$$

Dráha nástroje:

$$L = l + l_p + l_n \quad [\text{mm}] \quad (4.3)$$

kde: l...délka obráběné plochy [mm]
 l_n ...délka náběhu [mm], zvoleno $l_n = 1 \text{ mm}$
 l_p ...délka přeběhu [mm], zvoleno $l_p = 1 \text{ mm}$

$$L = 1 + 9 + 1 = 11 \text{ mm}$$

Vedlejší čas:

$$t_{AV} = \frac{L \cdot i}{10^3 \cdot 30} \quad [\text{min}] \quad (4.4)$$

kde: L...dráha nástroje [mm]
i...počet třísek
rychloposuv stroje $30 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$

$$t_{AV} = \frac{11}{10^3 \cdot 30} = 0,0004 \text{ min}$$

5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Tato kapitola se zabývá přibližným určením nákladů na výrobu součásti řemenice při sériovosti 50 000 ks za rok, které jsou uvedeny v následujících podkapitolách:

- vstupní údaje,
- strojní zařízení,
- náradí,
- shrnutí.

5.1 Vstupní údaje

Vstupními údaji se v této podkapitole rozumí jednotlivé časy výroby řemenice, které jsou důležité pro další výpočty.

Celkový čas

Celkový čas, který je potřebný k vyrobení požadované série řemenic, tedy 50 000 ks za rok, se vypočte následujícím způsobem:

$$t = \frac{(t_A + t_B) \cdot N}{60} \quad [\text{hod}] \quad (5.1)$$

kde: t_A ...kusový čas [min]

t_B ...čas na seřízení stroje [min]

N ...počet vyráběných kusů řemenic [ks]

$$t = \frac{(4,72 + 0,0144) \cdot 50\,000}{60} = 3928,7 \text{ hod}$$

Čas na seřízení stroje:

Stroj (SP 280) se seřizuje jednou do měsíce.

$$t_B = \frac{t'_B}{\frac{N}{N_m}} \quad [\text{min}] \quad (5.2)$$

kde: t'_B ...seřizovací čas, zvoleno $t'_B = 60$ min

N_m ...počet měsíců v roce

N ...počet vyráběných kusů řemenic [ks]

$$t_B = \frac{60}{\frac{50\,000}{12}} = 0,0144 \text{ min}$$

Kusový čas

$$t_A = \sum t_{AS} + \sum t_{AV} \quad [\text{min}] \quad (5.3)$$

kde: t_{AS} ...strojní čas [min]

t_{AV} ...vedlejší čas [min]

$$t_A = 4,7 + 0,0167 = 4,72 \text{ min}$$

Tab.5.1 Časy v jednotlivých operacích.

Operace	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]
01/01	1,63	0,0077
02/02	0,86	0,0039
03/03	2,21	0,0051
Σ	4,7	0,0167

5.2 Strojní zařízení

Jedná se o určení optimálního počtu CNC soustruhů a zároveň vhodné směnnosti výroby. S tímto také souvisí potřebná podlahová plocha, počet obsluhujícího personálu, náklady na mzdy a elektrickou energii.

Potřebný počet CNC soustruhů:

Jednosměnný provoz

$$N_{S_1} = \frac{t}{E_{fs1}} \quad (5.4)$$

kde: t ...celkový čas [hod]

E_{fs1} ..efektivní fond stroje v 1-směnném provozu

$$N_{S_1} = \frac{3928,7}{1900} = 2,06 \rightarrow 3 \text{ ks}$$

Dvousměnný provoz

$$N_{S_2} = \frac{t}{E_{fs2}} = \frac{3928,7}{3400} = 1,16 \rightarrow 2 \text{ ks}$$

kde: E_{fs2} ..efektivní fond stroje ve 2-směnném provozu

Třisměnný provoz

$$N_{S_3} = \frac{t}{E_{fs3}} = \frac{3928,7}{5100} = 0,77 \rightarrow 1 \text{ ks}$$

kde: E_{fs3} ..efektivní fond stroje ve 3-směnném provozu

Jako neoptimálnější řešení provozu dílny se doporučuje výroba ve třisměnném provozu, kde je zapotřebí jeden CNC soustruh SP 280. Doporučení je podloženo výpočty a faktem, že pro maximální využití CNC stroje je zapotřebí jeho vytíženost 24 hodin denně.

Podlahová plocha a počet pracovníků

Z výše uvedených údajů lze dále stanovit potřebnou podlahovou plochu pro stroj a obsluhu. Předpokládá se, že pro stroj a operační prostor dělníka dostačuje plocha o výměře 10 m². Stroj bude obsluhovat jeden vyškolený pracovník, což znamená ve třísměnném provozu nutnost zaměstnání třech pracovníků.

Náklady na mzdy a elektrickou energii*Mzdy za rok:*

Při plánovaném zaměstnání tří pracovníků obsluhy CNC soustruhu jsou předpokládané náklady na mzdy stanoveny podle platového tarifu 150 Kč za hodinu.

$$M_R = N_P \cdot t_R \cdot 150 \text{ [Kč]} \quad (5.5)$$

kde: N_P ...počet pracovníků obsluhy
 t_R ... počet odpracovaných hodin za rok (8h denně)

$$M_R = 3 \cdot 1787 \cdot 150 = 804150 \text{ Kč}$$

Náklady na elektrickou energii

Propočít nákladů na elektrickou energii se vztahuje pouze na CNC soustruh SP 280 a na vertikální vyvažovací stroj V 50/100 UFA.

$$M_E = S_S \cdot t_R \cdot c_E \cdot (P_{SP} + P_V) \text{ [Kč]} \quad (5.6)$$

kde: S_S ...směnnost
 t_R ... počet odpracovaných hodin za rok (8h denně)
 c_E ...cena ele. Energie za kWh pro rok 2010 [Kč]
 P_{SP} ...příkon CNC soustruhu SP 280 [W]
 P_V ...příkon vyvažovačky [W]

$$M_E = 3 \cdot 1787 \cdot 4,35 \cdot (40 + 9) = 1142697 \text{ Kč}$$

5.3 Nářadí

Tato podkapitola se zabývá náklady na VBD. Ceny VBD byly převzaty z platného ceníku firmy Pramet Tools s.r.o. pro rok 2010.

Spotřeba vyměnitelných destiček

Čas obrábění jedné součásti za použití jednotlivých destiček je uveden v následující tab. 5.2.

Tab.5.2 Přehled časů.

Č. nástroje	t_{AS} [min] v operaci 01/01	t_{AS} [min] v operaci 03/03	t_{AS} [min] v operaci 05/05	$\sum t_{AS1,2,\dots,8}$ [min]
1	0,32	0,63	0,23	1,18
2	0,45	0,08	---	0,53
3	---	---	0,60	0,60
4	0,20	0,15	0,03	0,38
8	---	---	0,87	0,87

Pozn.: Vychází se z operační návody.

Určení potřebného počtu VBD:

Tab.5.3 Počet VBD

Č. nástroje	VBD	t_{OB} [min]	n_H [ks]	N_{VBD} [ks]
1	CNMG120408E-F	59 000	4	984+25
2	DCMT 11T308E-UR	26 500	4	441+25
3	DNMU 110404E-F	30 000	4	500+25
4	VCMT 110304E-UM	19 000	4	317+25
8	LCMX 020502TN	43 500	1	2900+25

Vzhledem k velké spotřebě destiček LCMX 020502TN se navrhuje zvýšit trvanlivost těchto VBD ze stávajících 15 min na 30 min. Takže celková spotřeba VBD bude 1450 + 25 ks.

Příklad výpočtu:

Čas na zhotovení výrobní dávky danou VBD:

$$t_{OB} = \sum t_{AS1} \cdot N \text{ [min]} \quad (5.7)$$

kde: $\sum t_{AS1}$..čas obrábění nožem č. 1
N.....počet vyráběných kusů řemenic

$$t_{OB} = 1,18 \cdot 50000 = 59000 \text{ ks}$$

Počet VBD:

$$N_{VBD} = \frac{t_{OB}}{T_{VBD} \cdot n_H} \text{ [ks]} \quad (5.8)$$

kde: T_{VBD} ..trvanlivost VBD, zvolena 15 min
 n_H ...počet funkčních hran VBD

$$N_{VBD} = \frac{59000}{15 \cdot 4} = 984 + 25 \text{ ks}$$

Pozn.: Ke každému vypočtenému objemu VBD se přidělí 25 ks destiček jako rezerva.

Náklady na VBD:

V tab. 5.4 následuje vyčíslení nákladů na VBD. Cena VBD je aktuální pro rok 2010.

Tab.5.4 Náklady na VBD

VBD	Cena za kus [Kč]	Množství VBD [ks]	Konečná hodnota [Kč]
CNMG120408E-F	170	1 009	171 530
DCMT 11T308E-UR	250	466	116 500
DNMU 110404E-F	158	525	82 950
VCMT 110304E-UM	213	342	72 846
LCMX 020502TN	175	1 475	258 125
		Σ	701 951

5.4 Shrnutí

Celkové shrnutí nákladů za jeden rok, do kterých jsou započteny náklady na VBD, mzdy dělníkům a elektrickou energii, je uvedeno v tab.5.5. Tyto náklady je nutno brát jako orientační, nikoliv jako konečné. Pro přesné určení nákladů na výrobu součásti řemenice je nutné provést detailnější výpočty.

Tab.5.5 Shrnutí

Náklady na VBD [Kč]	Náklady na mzdy dělníkům [Kč]	Náklady na elektrickou energii [Kč]	Náklady celkem [Kč]
701 951	804 150	1 142 697	2 648 798

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že nejvyšší náklady jsou náklady na elektrickou energii. Pro snížení nákladů za rok se doporučuje snížit platy dělníkům a také zvýšit trvanlivost VBD, což by způsobilo menší spotřebu VBD.

ZÁVĚR

Práce je zaměřena na technologii výroby jednodrážkové řemenice s operací statické vyvážení. To umožňuje práci rozdělit do dvou pomyslných částí, a to na část teoretickou se zaměřením na statické vyvažování a část se zpracováním postupu výroby s patřičnými náležitostmi.

V první kapitole je zpracována problematika vyvažování rotorů. Jsou zde uvedeny druhy nevyváženosti a následně bližší popis statického vyvažování se zaměřením na přípravky a zařízení potřebné k vyvažování.

V následujících kapitolách bylo dle doporučení, vlastního úsudku a vypočtených hodnot dosaženo výsledků, které směřují výrobu řemenice následovně:

- Polotovár pro výrobu je zvolen odlitek z materiálu ČSN 42 2420 (EN-GJL-200).
- Z uvažovaných variant je doporučena varianta č. 1 na základě lepšího využití materiálu, které je 73%.
- Výroba se uskuteční na CNC soustruhu SP 280 a vertikální vyvažovače V 50/100 UFA za použití moderních nástrojů. Výroba součásti je realizována ve třech operacích, kde pro upnutí polotovaru do CNC soustruhu je zapotřebí použít speciálních čelistí, které nejsou normalizovány, tudíž musí být vyrobeny, a přípravku s kuželovým koncem hřídele.
- Výrobní časy v jednotlivých operacích se pohybují v rozmezí 1 až 3 min, přičemž nejdelší čas je v poslední operaci. Pro zkrácení času se doporučuje použití tvarového nože s destičkou ze slinutého karbidu a optimalizovat zapichovací cyklus při hrubování klínové drážky. Zvolený výrobní postup umožňuje vyrobit součást v čase 4,72 min.
- Po vyrobení řemenice následuje její vyvážení, které probíhá na vertikální vyvažovače V 50/100 UFA. Tato vyvažovačka je opatřena odvrtávacím zařízením. Celá vyvažovačka pracuje automaticky, tzn. že stroj sám vyhodnotí kolik materiálu je potřeba odvrtat a na jakém místě. Následně tak provede.

Cílem ekonomického zhodnocení bylo řádově přiblížit náklady spojené s výrobou řemenice v časovém úseku jednoho roku. Výsledkem jsou předpokládané náklady ve výši 2 648 798 Kč.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Schenck RoTec. *Schenck RoTec - Why is balancing so important?* [online]. 2010 [cit. 2010-03-11]. Proč je vyvažování tak důležité?. Dostupné na WWW: <<http://www.schenck-rotec.cz/why-balancing/index.php>>.
- [2] FRYML, B. a BORŮVKA, V. *Vyvažování rotačních strojů v technické praxi*. 1.vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1962. 237 s. ISBN 04-237-62.
- [3] JULIŠ, K.; BREPTA, R. a kol. *Mechanika II. díl : Dynamika*. 1. vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1987. 688 s. ISBN 04-220-87.
- [4] SVOBODA, P.; BRANDEJS, J. a PROKEŠ, F. *Základy konstruování*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2006. 199 s. ISBN 80-7204-458.
- [5] SVOBODA, P.; BRANDEJS, J. a PROKEŠ, F. *Výběry z norem : pro konstrukční cvičení*. 1.vyd. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2006. 223 s. ISBN 80-7204-465-6.
- [6] KOČMAN, K. a PROKOP, J. *Technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270s. ISBN 80-214-1996-2.
- [7] AB SANDVIK COROMANT - SANDIK 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 Cuttign - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
- [8] PODRÁBSKÝ, Tomáš; POSPÍŠILOVÁ, Simona. *Struktura a vlastnosti grafitických litin* [online]. Brno : 16.11.2006 [cit. 2010-03-18]. Litina s lupínkovým grafitem. Dostupné na WWW:<<http://ime.fme.vutbr.cz/files/Studijni%20opory/savgl/index.php?chapter=10>>.
- [9] PŘÍHODA, Karel. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 22.11.2006 [cit. 2010-03-18]. Vyvažovací stroje a jejich použití v průmyslu. Dostupné na WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/vy vazovaci-stroje-a-jejich-pouziti-v-prumyslu>>.
- [10] SOBEK, Evžen. *Základy konstruování : Návod y pro konstrukční řešení*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2004. 111 s. ISBN 80-7204-331-5.
- [11] *Strojír enství*[online]. 2004 [cit. 2010-05-01]. Žihání litin. Dostupné na WWW: <<http://strojirenstvi.studentske.cz/2008/10/hn-litin.html>>.
- [12] *Ethan Frome* [online]. 2004, 29. 1. 2004 [cit. 2010-05-01]. Základy tepelného zpracování kovů. Dostupné na WWW: <http://jhamernik.sweb.cz/tepelne_zpracovani.htm>.

- [13] *TOS Svitavy, a.s.* [online]. 2008 [cit. 2010-05-01]. Technické informace. Dostupné na WWW: <http://www.tos.cz/tospdf/technicke_informace.pdf>.
- [14] *Geoinstruments, vyvažovačky kol české výroby* [online]. 2007 [cit. 2010-05-01]. Dostupné na WWW: <http://www.geoinstruments.cz/cz/prumyslove_vyvazovacky_twinco/vyvazovacka_detail.jpg>.
- [15] *Slovnaft - Hľadanie* [online]. 2010 [cit. 2010-05-08]. Dynamika bez hraníc. Dostupné na WWW: <<http://www.slovnaft.sk/sk/hladanie/?q=rezn%FD&cat=02&w%5B%5D=01&w%5B%5D=02&w%5B%5D=03>>.
- [16] KOČMAN, Karel ; PERNIKÁŘ, Jiří. *Fakulta strojního inženýrství, VUT v Brně* [online]. 2002 [cit. 2010-05-08]. Ročníkový projekt II. Dostupné na WWW: <http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/RocnikovyProjekt_II-obrabeni.pdf>.
- [17] *Žihání* [online]. 2008 [cit. 2010-05-08]. Dostupné na WWW: <<http://tzs.kmm.zcu.cz/tepel.pdf>>.
- [18] *Pramet Tools s.r.o.* [online]. 2007 [cit. 2010-05-08]. Soustružení. Dostupné na WWW: <<http://www.pramet.com/indexc1b6.html>>.
- [19] *Falti* [online]. 2001 [cit. 2010-05-14]. VRTÁK,ZÁVITNÍK. Dostupné na WWW: <<http://www.falti.cz/>>.
- [20] *KOVOSVIT MAS, a. s.* [online]. 2009 [cit. 2010-05-14]. CNC soustruhy. Dostupné na WWW: <<http://www.kovosvit.cz/cz/cnc-soustruhy/>>.
- [21] DVOŘÁČEK, Josef. *Chytrý průmyslovák* [online]. 2006 [cit. 2010-05-19]. Stavba a provoz strojů I. Dostupné na WWW: <http://files.chytry-prumyslovak.webnode.cz/200000049-2518d26123/SPS_2r.pdf>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
a_p	[mm]	Hloubka řezu
c_E	[Kč]	Cena ele. energie za kWh
f	[mm]	Posuv na otáčku
n	[min^{-1}]	Otáčky
n_H	[ks]	Počet funkčních hran VBD
i	[-]	Počet třísek
l	[mm]	Délka obráběné plochy
l_n	[mm]	Délka náběhu
l_p	[mm]	Délka přeběhu
q_k	[kg]	Ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče připadající na jednici
q_o	[kg]	Ztráta vzniklá obráběním přídavku
q_u	[kg]	Ztráta materiálu vzniklá dělením, připadající na jednici
t	[hod]	Celkový čas
t_A	[min]	Kusový čas
t_{AS}	[min]	Strojní čas
t_{AV}	[min]	Vedlejší čas
t_B	[min]	Čas na seřízení stroje
t_{OB}	[min]	Čas na zhotovení výrobní dávky danou VBD
t_R	[hod]	Odpracované hodiny za rok
v_c	[$m \cdot \text{min}^{-1}$]	Řezná rychlost
D	[mm]	Průměr součásti
E_{fs_1}	[-]	Efektivní fond stroje v 1-směnném provozu
E_{fs_2}	[-]	Efektivní fond stroje ve 2-směnném provozu
E_{fs_3}	[-]	Efektivní fond stroje ve 3-směnném provozu
K_m	[-]	Stupeň využití materiálu
L	[mm]	Dráha nástroje

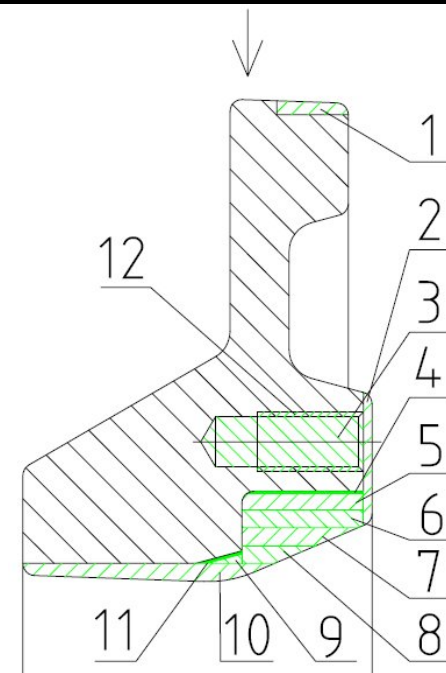
M_E	[Kč]	Náklady na elektrickou energii
M_R	[Kč]	Mzdy za rok
N	[ks]	Počet vyráběných kusů řemenic
N_m	[-]	Počet měsíců v roce
N_P	[ks]	Počet pracovníků obsluhy
N_{VBD}	[ks]	Počet VBD
N_{S1}	[ks]	Potřebný počet CNC soustruhů v jednosměnném provozu
N_{S2}	[ks]	Potřebný počet CNC soustruhů ve dvousměnném provozu
N_{S3}	[ks]	Potřebný počet CNC soustruhů ve třisměnném provozu
P_{SP}	[W]	Příkon CNC soustruhu SP 280
P_V	[W]	Příkon vyvažovačky
Q_P	[kg]	Hmotnost polotovaru
Q_S	[kg]	Hmotnost hotové součásti
S_S	[-]	Směnnost
T_{VBD}	[min]	Trvanlivost VBD
VBD	[-]	Vyměnitelná břitová destička
Z_m	[kg]	Celkové ztráty materiálu na jednici
π	[-]	Ludolfovo číslo

SEZNAM PŘÍLOH

- | | |
|-----------|--------------------------------|
| Příloha 1 | Operační návodky |
| Příloha 2 | Technologický postup výroby |
| Příloha 3 | Nástroje |
| Příloha 4 | Stroje |
| Příloha 5 | Výkres součásti (2-3P2-01-01) |
| Příloha 6 | Výkres odlitku (0-2-3P2-01-01) |

Příloha 1 (1/3) Operační návody

Součást: ŘEMENICE	Č. výkresu: 2 - 3P2 - 01 - 01	
Materiál: ČSN 42 2420 (EN-GJL-200)	Polotovár: ODLITEK	HMOTNOST Hrubá: 4,9 kg Čistá: 3,6 kg
Název operace: Obrábění	Č. operace: 01/01	Pracoviště: OBROBNA



pozn.: náběhy a přeběhy voleny 1 mm, je-li to možné.

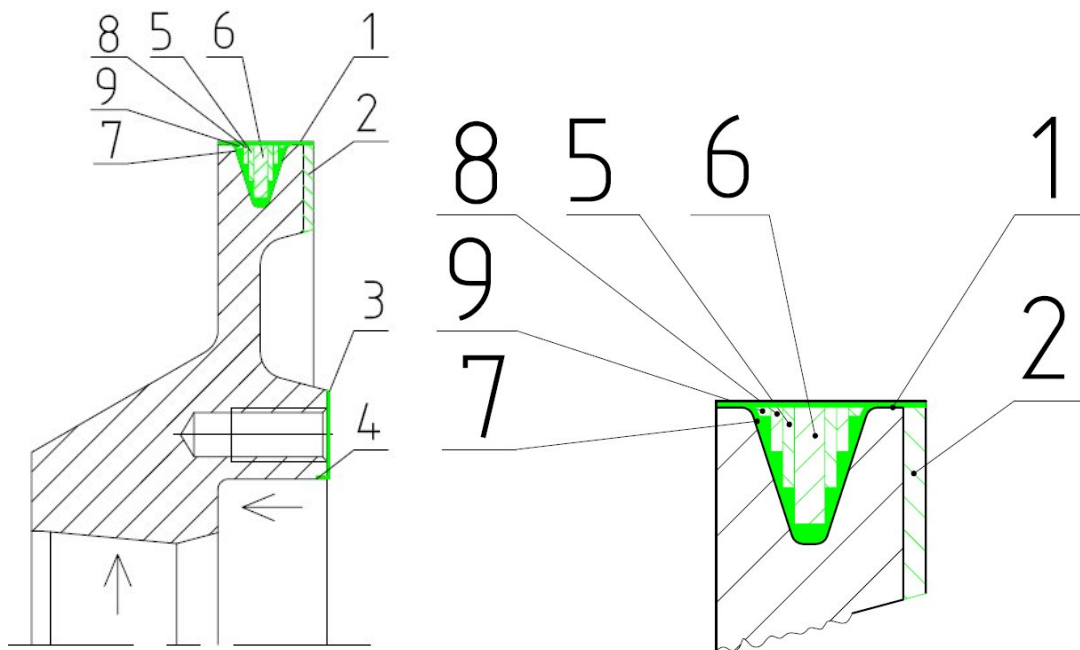
Č. TRÍSKY	OPERACE	Z ú	v_c [m.min ⁻¹]	f [mm]	l [mm]	i [-]	a_p [mm]	n [min ⁻¹]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]
1	Soustružit Ø 190/12 (hrubovat)	1	160	0,3	12	1	3	268	0,16	0,0004
2	Zarovnat čelo 58,5(hrubovat)	1	160	0,3	22,5	1	2,5	509	0,16	0,0007
10	Soustružit díru Ø 38 (hrubovat)	2	140	0,3	42,5	1	2,5	1172	0,13	0,0015
8	Soustružit díru Ø 43 (hrubovat)	2	140	0,3	12,5	1	2,5	1036	0,04	0,0004
7	Soustružit díru (hrubovat)	2	140	0,3	19,5	1	2,5	928	0,07	0,0007
6	Soustružit díru (hrubovat)	2	140	0,3	20,5	1	2,5	841	0,09	0,0007
5	Soustružit díru (hrubovat)	2	140	0,3	20,5	1	2,5	768	0,09	0,0007
9	Soustružit úkos (hrubovat)	2	140	0,3	6	1	1,5	1061	0,03	0,0002
3	Vrtat díry pro závit Ø 8,5/25x4	5	35	0,16	25,5	4	-	1310	0,47	0,0008
12	Řezat závit M10-6H/18 x 4	6	8,4	1,5	18,5	4	-	267	0,19	0,0006
4	Soustružit díru Ø 59,8 (na čisto)	4	170	0,15	20	1	0,9	904	0,15	0,0007
11	Soustružit úkos 5x30° (na čisto)	4	170	0,15	8	1	0,5	1288	0,05	0,0003

$$\sum t_{AS} = 1,63 \text{ min} \quad \sum t_{AV} = 0,0077 \text{ min}$$

1	NŮŽ VNĚJŠÍ: PCLNR 2525 M12 VBD: CNMG120408E-F	5	Vrták ϕ 8,5 DIN 338 RN
2	NŮŽ VNITŘNÍ: S20S-SDUCR 11 VBD: DCMT 11T308E-UR	6	Strojní závitník M10 DIN 371
3	NŮŽ VNĚJŠÍ: MDJNR 2525M11 VBD: DNMU 110404E-F		
4	NŮŽ VNITŘNÍ: S20S-SVQCR 11 VBD: VCMT 110304E-UM		

Příloha 1 (3/3) Operační návody

Součást: ŘEMENICE	Č. výkresu: 2 - 3P2 - 01 - 01	
Materiál: ČSN 42 2420 (EN-GJL-200)	Polotovar: ODLITEK	HMOTNOST Hrubá: 4,9 kg Čistá: 3,6 kg
Název operace: Obrábění	Č. operace: 05/05	Pracoviště: OBROBNA



pozn.: náběhy a přeběhy voleny 1 mm, je-li to možné.

Č. TRÍSKY	OPERACE	Č. N	v_c [m.min ⁻¹]	f [mm]	l [mm]	i [-]	a_p [mm]	n [min ⁻¹]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]
2	Zarovnat čelo 16 (hrubovat)	1	160	0,3	16,5	1	3	268	0,23	0,001
3	Zarovnat čelo 55 (na čisto)	3	180	0,15	16,5	1	0,5	572	0,21	0,001
1	Soustružit Ø 189 (na čisto)	3	180	0,15	16	1	0,5	303	0,39	0,001
4	Soustružit Ø 60,32 H8 (na čisto)	4	170	0,15	3	1	0,5	897	0,03	0,0001
6	Soustružit drážku (hrubovat)	8	90	0,3	10	1	2,7	151	0,24	0,0004
5	Soustružit drážku (hrubovat)	8	90	0,3	6,8	2	1	151	0,34	0,001
8	Soustružit drážku (hrubovat)	8	90	0,3	3,8	2	1	151	0,21	0,0004
9	Soustružit drážku (hrubovat)	8	90	0,3	0,8	2	1	151	0,08	0,0001
7	Soustružit drážku (na čisto)	7	30	0,15	1,8		0,5	50	0,37	0,0001
$\sum t_{AS} = 2,21 \text{ min}$ $\sum t_{AV} = 0,0051 \text{ min}$										
1	NŮŽ VNĚJŠÍ: PCLNR 2525 M12	VBD: CNMG120408E-F	8	Upichovací nůž GLCCR 2020 K2,65 VBD: LCMX 020502TN						
2	NŮŽ VNITŘNÍ: S20S-SDUCR 11	VBD: DCMT 11T308E-UR	7	Nůž 25x16x140mm na klínové drážky řemenic						
3	NŮŽ VNĚJŠÍ: MDJNR 2525M11	VBD: DNMU 110404E-F								
4	NŮŽ VNITŘNÍ: S20S-SVQCR 11	VBD: VCMT 110304E-UM								

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Nézev skupiny :	ŘEMENICE
Číslo op.:	Název, stroje, zařízení, pracoviště :	Dílna :	Vyhotovil : ŠLOSR MICHAL	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :
			Dne : 25.3. 2010 Kontroloval :		
Orient ační:	Třídící číslo :	Popis práce v operaci :			
00/00	OTK 09863	ÚRJ	KONTROLA ODLITKU; Průměry -10%, délky -10%	POSUVNÉ MĚŘÍTKO 250 ČSN 15 1234	
01/01	CNC SOUSTRUH SP 280 34574	OBROBNA	UPNOUT ZA VELKÝ Ø 195, DORAZIT NA ČELO, SOUSTRUŽIT Ø 190/12, ZAROVNAT ČELO 58,5, SOUSTRUŽIT DÍRU Ø 38, SOUSTRUŽIT DÍRU Ø 59,8/18, SOUSTRUŽIT ÚKOS 5x30° VRTAT DÍRY PRO ZÁVIT Ø 8,5/25x4 SRAZIT HRANY 1x45° ŘEZAT ZÁVIT M10-6H/18 x 4	Nůž vnější PCLNR 2525 M12 CNMG120408E-F Nůž vnitřní S20S-SDUCR 11 DCMT 11T308E-UR Vrták ø 8,5 DIN 338RN Strojní závitník se šroubovitou drážkou M10 DIN 371	K10 K10 HSS HSSE
1a/80	PRAČKA	OBROBNA	ODMASTIT, VYČISTIT ZÁVITY STLAČENÝM VZDUCHEM		
02/02	OTK 09863	ÚRJ	KONTROLOVAT ROZMĚRY ZÁVIT M10-6H – 10% SOUSTRUŽENÍ TVARU -10%	DUTINOMĚR SUBITO 035050, ZÁVIT.KALIBR M4- 6H, POSUVNÉ MĚŘÍTKO 250 ČSN 15 1234	
03/03	CNC SOUSTRUH SP 280 34574	OBROBNA	UPNOUT ZA Ø 190, SOUSTRUŽIT Ø 190/8, ZAROVNAT ČELA 19; 55,5, SOUSTRUŽIT DÍRU Ø 40H7/2, SOUSTRUŽIT KUŽELOVITOU DÍRU 1:10	Nůž vnější PCLNR 2525 M12 CNMG120408E-F, Nůž vnitřní (dokončení) S20S-SVQCR 11 VCMT 110304E-UM	K10 K10
3a/81	PRAČKA	OBROBNA	ODMASTIT		
04/04	OTK 09863	ÚRJ	KONTROLOVAT ROZMĚRY Ø 40H7/2 – 50% KUŽELOVITOST – 20% Ø 190/8 – 5%	DUTINOMĚR SUBITO 035050, POSUVNÉ MĚŘÍTKO 250 ČSN 15 1234	
05/05	CNC SOUSTRUH SP 280 34574	OBROBNA	UPNOUT DO PŘÍPRAVKU, SOUSTRUŽIT Ø 60,32H8/3, SOUSTRUŽIT Ø 189, ZAROVNAT ČELA 16; 55, SOUSTRUŽIT DRÁŽKU PRO KLÍNOVÝ ŘEMEN UPICHOVÁNÍM, DOKONČIT TVAROVÝM NOŽEM	Přípravek, Nůž vnitřní (dokončení) S20S-SVQCR 11 VCMT 110304E-UM Tvarový nůž Upichovací nůž GLCCR 2020 k2,65 LCMX 020502TN	K10 HSS K10
5a/82	PRAČKA	OBROBNA	ODMASTIT		
06/06	OTK 09863	ÚRJ	KONTROLOVAT ROZMĚRY Ø 60,32H8/3 - 50% DRÁŽKU PRO ŘEMEN - 50% TVARU SOUČÁSTI – vzhledově 100%	DUTINOMĚR SUBITO 035050, POSUVNÉ MĚŘÍTKO 250 ČSN 15 1234, VÁLEČEK Ø 7,95	
07/07	VYVAŽOVAČKA V 50/100 UFA 35913	OBROBNA	STATICKY VYVÁŽIT, DOVOLENÁ NEVYVÁŽENOST 20 gcm		

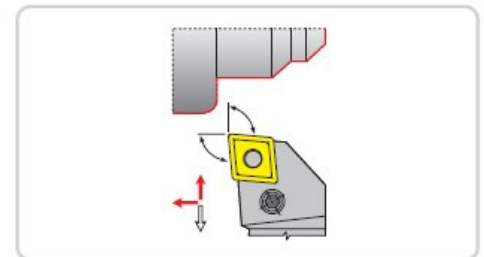
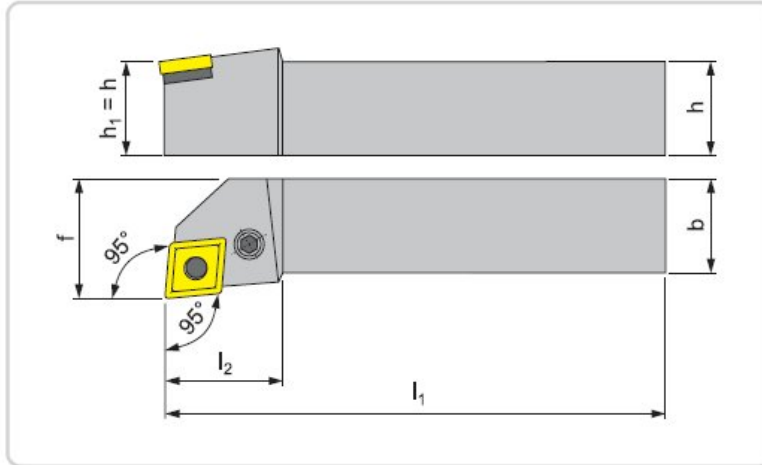
Pozn.: V operaci 01/01, 03/03, 05/05 bude použita procesní kapalina MOL Acticut ME 32.

Příloha 3 (1/8) Nástroje

Soustružnický nůž vnější – Nožový držák PCLNR 2525 M12

VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ - ISO P
VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE - ISO P

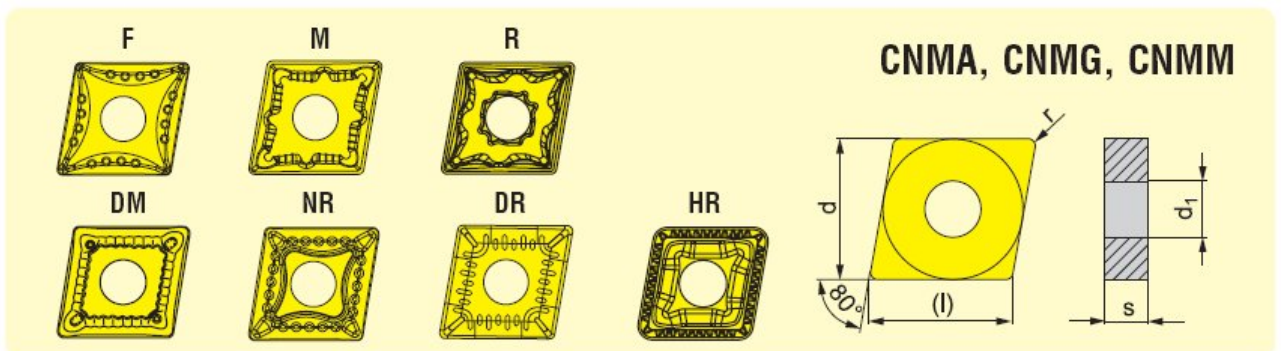
PCLNR/L



NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]					kg	Náhradní díly Náhradné diely	VBD VRD
		h=h ₁	b	f	l ₁	l _{2 max}			
PCLNR/L 2020 K 12	●/●	20	20	25	125	36	0,42	PC22	CNM. 1204..-E
PCLNR/L 2525 M 12	●/●	25	25	32	150	36	0,68	PC20	CNM. 1204..-E

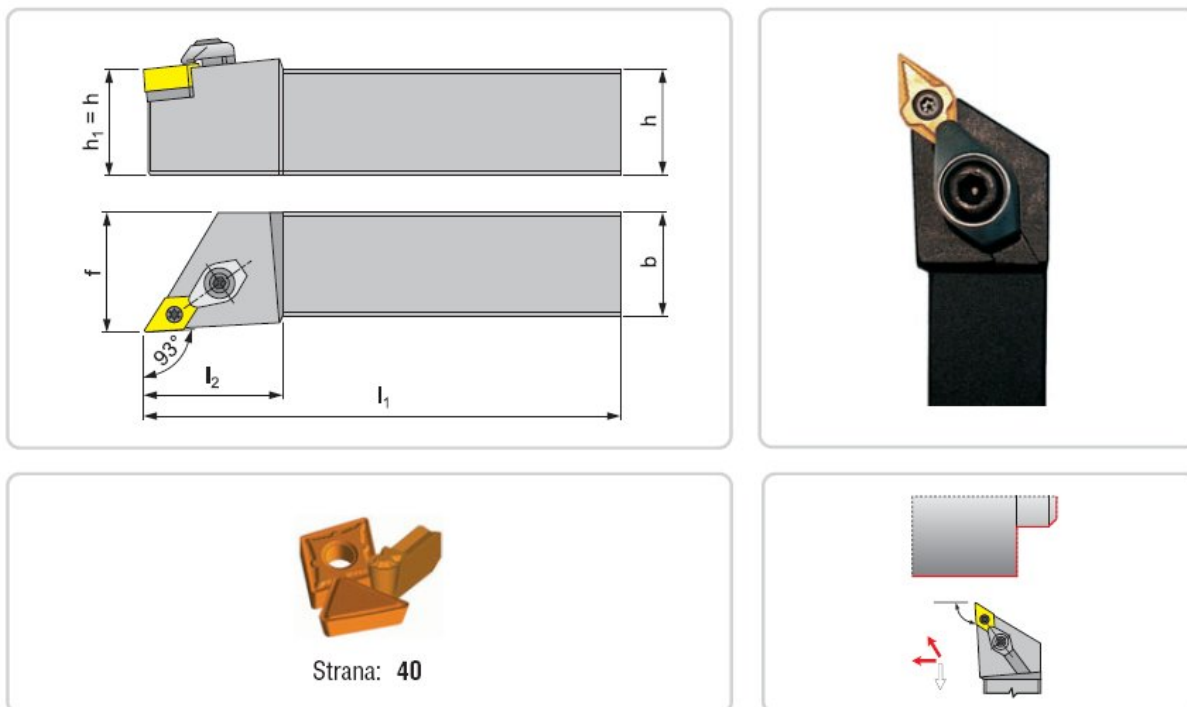
Vyměnitelná břitová destička (dále jen VBD) – CNMG 120408E-F



ISO	ANSI	MATERIÁL						ROZMĚRY / ROZMERY				
		6620	6630	6640	8016	8030	8040	l [mm]	d [mm]	s [mm]	d ₁ [mm]	r [mm]
CNMG 120404E-F	CNMG 431E-F	●	●		●	●		12,9	12,700	4,76	5,16	0,4
CNMG 120408E-F	CNMG 432E-F	●	●		●	●		12,9	12,700	4,76	5,16	0,8

Příloha 3 (2/8) Nástroje

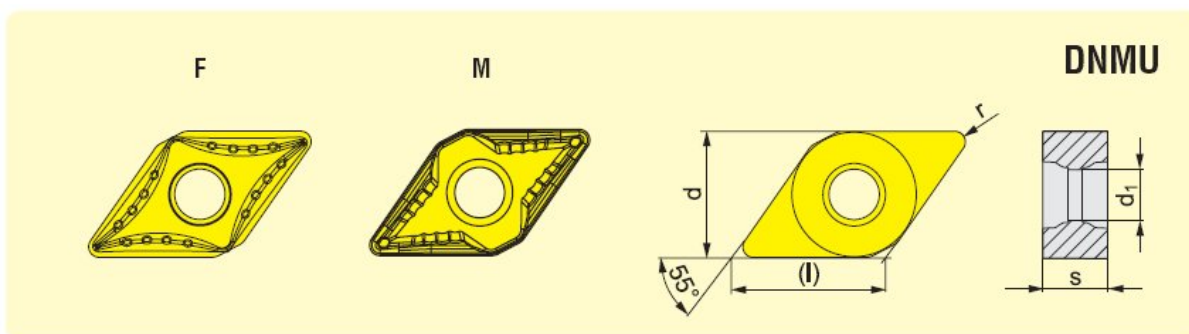
Soustružnický nůž vnější (dokončování) – MDJNR 2525 M11



NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]					kg	Náhradní díly Náhradné diely	VBD VRD
		h	b	f	l ₁	l _{2 max}			
MDJNR/L 2020 K 11	●/●	20	20	25	125	25	0,45	MD1	DNMU 1104..
MDJNR/L 2525 M 11	●/●	25	25	32	150	32	0,70	MD1	DNMU 1104..

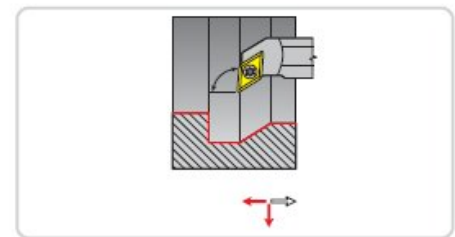
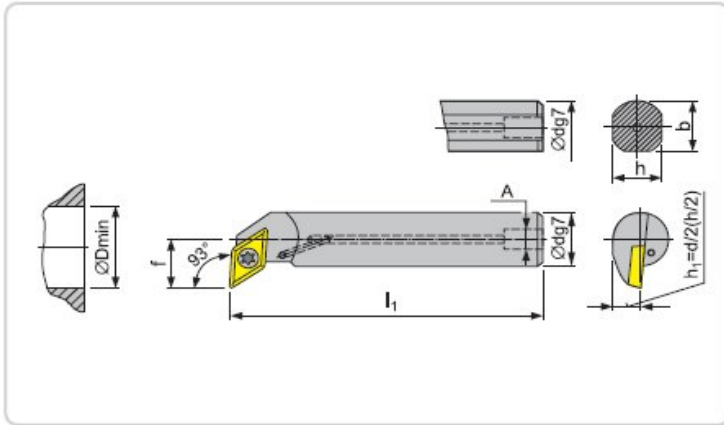
VBD – DNMU 110404E-F



ISO	ANSI	MATERIÁL						ROZMĚRY / ROZMERY				
		6620	6630	6640	8016	8030	8040	l [mm]	d [mm]	s [mm]	d ₁ [mm]	r [mm]
DNMU 110404E-F	DNMU 331E-F	●	●		●	●		11,6	9,525	4,76	3,81	0,4

Příloha 3 (3/8) Nástroje

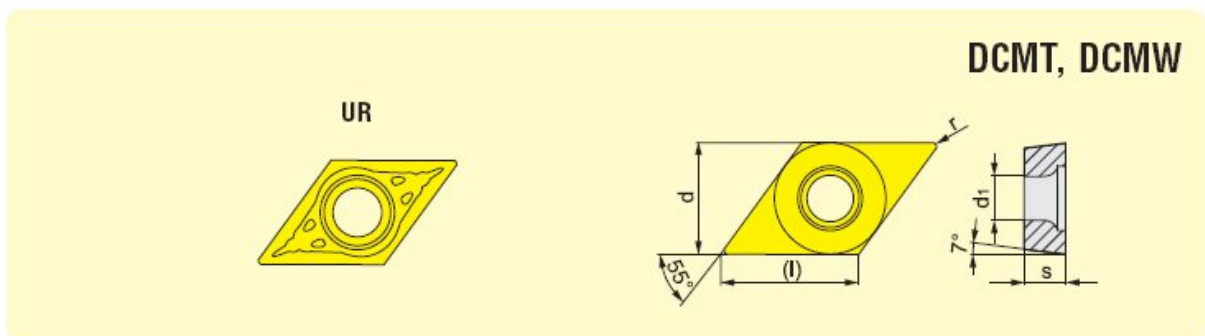
Soustružnický nůž vnitřní – S20S-SDUCR 11



NŮŽ PRO VNITŘNÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VNÚTORNÉ SÚSTRUŽENIE

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]							ISO	Náhradní díly Náhradné diely	VBD VRD
		$\varnothing dg7$	f	l_1	h	b	A	$\varnothing D_{min}$			
S10H-SDUCR/L 07	●/●	10	7	100	-	-	-	13	0,06	S02	DCM. 0702..
A10H-SDUCR/L 07	●/○	10	7	100	-	-	$\varnothing 4$	13	0,05	S02	DCM. 0702..
S12K-SDUCR/L 07	●/●	12	9	125	-	-	-	16	0,11	S02	DCM. 0702..
A12K-SDUCR/L 07	●/○	12	9	125	-	-	$\varnothing 5$	16	0,10	S02	DCM. 0702..
S16M-SDUCR/L 07	●/●	16	11	150	14,5	15	-	20	0,24	S01	DCM. 0702..
A16M-SDUCR/L 07	●/○	16	11	150	-	-	$\varnothing 6$	20	0,22	S01	DCM. 0702..
A20Q-SDUCR/L 11	●/○	20	13	180	-	-	$\varnothing 8$	25	0,40	S04	DCM. 11T3..

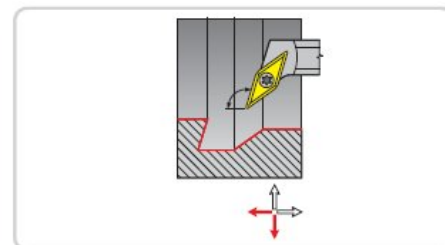
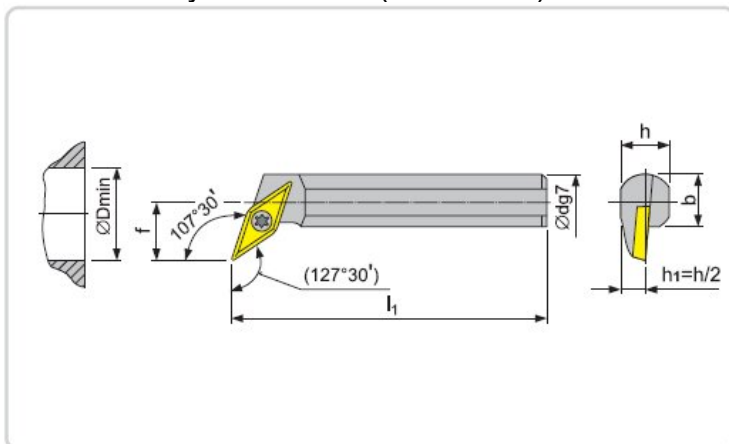
VBD – DCMT 11T308E – UR



ISO	ANSI	MATERIÁL						ROZMĚRY / ROZMERY				
		6620	6630	6640	8016	8030	8040	(l) [mm]	d [mm]	s [mm]	d_1 [mm]	r [mm]
DCMT 070202E-UR	DCMT 2-E-UR	●				●		7,8	6,350	2,38	2,8	0,2
DCMT 070204E-UR	DCMT 2-1E-UR	●				●		7,8	6,350	2,38	2,8	0,4
DCMT 11T304E-UR	DCMT 3-1E-UR	●				●		11,6	9,525	3,97	4,4	0,4
DCMT 11T308E-UR	DCMT 3-2E-UR	●				●		11,6	9,525	3,97	4,4	0,8

Příloha 3 (4/8) Nástroje

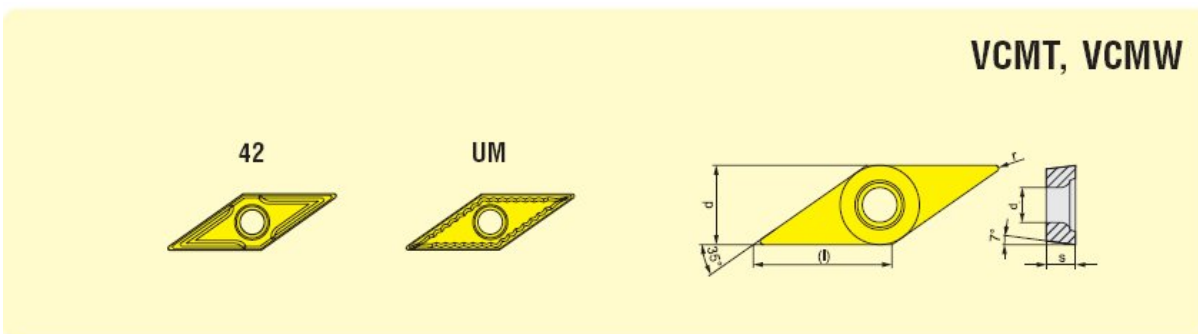
Soustružnický nůž vnitřní (dokončení) – S20S-SVQCR 11



NŮŽ PRO VNITŘNÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VNÚTORNÉ SÚSTRUŽENIE

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]							k _t	Náhradní díly Náhradné diely	VBD VRD
		$\varnothing dg7$	f	l_1	h	b	A	$\varnothing D_{min}$			
S16R-SVQCR/L 11	●/○	16	11	200	14,5	115	-	20	0,45	SO1	VCM. 1103..
S20S-SVQCR/L 11	●/○	20	13	250	18	18,5	-	25	0,60	SO1	VCM. 1103..

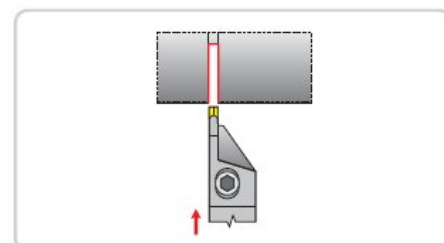
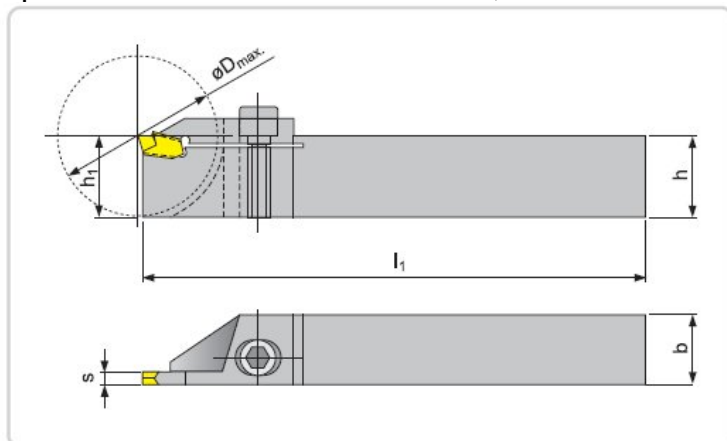
VBD – VCMT 110304E – UM



ISO	ANSI	MATERIÁL						ROZMĚRY / ROZMERY				
		6620	6630	6640	8016	8030	8040	(l) [mm]	d [mm]	s [mm]	d_1 [mm]	r [mm]
VCMT 110304E-UM	VCMT 221E-UM	●			●	●		11,1	6,350	3,18	2,8	0,4

Příloha 3 (5/8) Nástroje

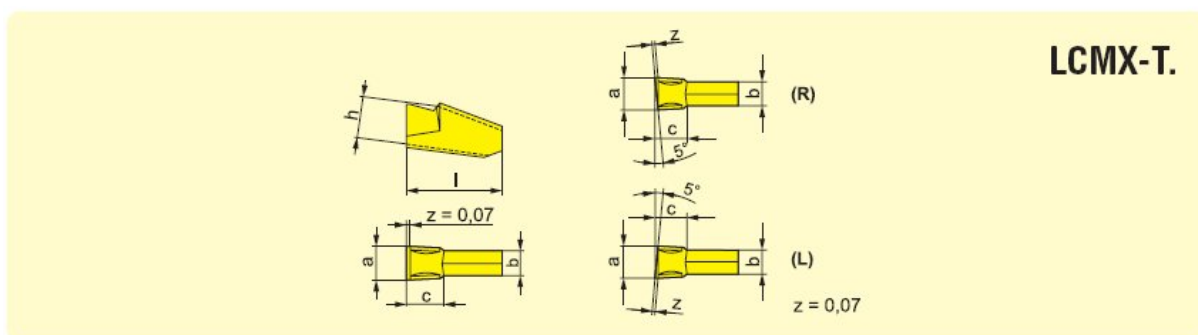
Upichovací nůž – GLCCR 2020K 2,65



NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SŮSTRUŽENIE

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]						Náhradní díly Náhradné diely	VBD VRD
		h=h ₁	b	l ₁	s	D _{max}			
GLCCR/L 2020 K 2,65	●/●	20	20	130	2,65	40	0,30	ND2	LCMX 0205..
					3,15				LCMX 0305..







VBD – LCMX 020502TN






ISO	ANSI	MATERIÁL						ROZMĚRY / ROZMERY				
		6620	6630	6640	8016	8030	8040	a [mm]	h [mm]	l [mm]	b [mm]	c [mm]
LCMX 020502TN				●		●		2,65	5,0	13,5	2,20	4,9

Příloha 3 (6/8) Nástroje

Strojní závitník se šroubovitou drážkou M10 DIN 371

obráběný materiál	objednací kód	Název	Závit	Otvor	Dodávaný rozsah	Norma	Licování	Obrázek	Provedení	Matřeriál nástroje	Povlak	
3	X97	Strojní závitník s lamáčem třísek	M		M 3 - M 10	DIN 371	ISO2 (8H)			HSSE	TiN	
4	X98	Strojní závitník s lamáčem třísek	M		M 12 - M 20	DIN 376	ISO2 (8H)			HSSE	TiN	
6	X99	Strojní závitník se šroubovitými drážkami	M		M 3 - M 10	DIN 371	ISO2 (8H)		cca 35°	HSSE	TiN	
1	KONSTRUKČNÍ OCELI DO 500 Mpa						6	LITINY				
2	AUTOMATOVÉ A KONSTRUKČNÍ OCELI DO 900 Mpa						7	HLINÍK A JEHO SLITINY				
3	ZUŠLECHTNĚNÉ A NASTROJOVÉ OCELI DO 1250 Mpa						8	MĚD, MOSAZ, BRONZ				
4	NERZAVĚJÍCÍ A ŽÁRUVZDORNÉ OCELI						9	ZINEK A JEHO SLITINY				
5	VYSOCE LEGOVANÉ OCELI DO 1400 Mpa						10	TITAN A JEHO SLITINY				

Katalog vrtáků

materiál obrobku	označení a popis	použití	dodávaný rozsah	materiál vrtáku
kov	KÓD 08		2-16 mm po 0,5 mm	HSS Co 8%
	DIN 338 RTI Vrták do kovu s válcovou stopkou a zesíleným jádrem. Má samostředící špičku. Materiál HSS kobalt 8%.	Velmi výkonný vrták pro vrtní vysoce pevných a houževnatých materiálů s pevností až 1200 MPa, např. nerezových ocelí, titanových slitin, austenitických ocelí odolných proti korozi, kyselinám a žáru. Je použitelný pro speciální slitiny jako hastelloy, Inconell, nimonic, HARDOX 400 a HARDOX 500.		
kov	KÓD 07		0,9-14 mm po 0,1; 14-16 mm po 0,5 mm	HSS Co 5%
	DIN 338 RTI Vrták do kovu s válcovou stopkou a zesíleným jádrem. Samostředící špička. Materiál HSS Cobalt 5%.	Velmi výkonný vrták pro vrtní nerezových ocelí, titanových slitin, austenitických ocelí odolných proti korozi, kyselinám a žáru. Vhodný i pro vysokopevnostní a málo houževnaté oceli s pevností v tahu nad 900 MPa. Je použitelný pro speciální slitiny jako hastelloy, Inconell, nimonic atd.		
kov	KÓD 06		0,3-16 mm po 0,1 mm	HSS
	DIN 338 RN Vrták do kovu s válcovou stopkou, vybrušovaný. Materiál HSS.	Vrták pro přesné vrtní nelegované i legované oceli, ocelolitiny do pevnosti 900 MPa, šedé, temperované i tvárné litiny, spekané oceli, hliníkových slitin s krátkou třískou, bronzu, grafitu.		





Vrták ϕ 8,5 mm DIN 338 RN

Příloha 3 (7/8) Nástroje

Příloha 3 (8/8) Nástroje

Nůž soustružnický 25x16x140 mm na klínové drážky řemenic, vrcholový úhel 36°

STROJÍRNÝ POLDI 223590-25x16 - Nůž soustružnický 25x16x140mm na klínové drážky řemenic, HSS

Výrobce	Poldi
Kód	134-223590-25x16
EAN	HSS
Dostupnost	Na dotaz
Objednat	<input type="text" value="1"/> 
Maloobchodní cena	404.00 Kč
Sleva % / Kč	-0.00% / -0.00
Vaše cena bez DPH	404.00 Kč
Vaše cena s DPH	484.80 Kč
Garance ceny: Nalezli jste jinde na internetu nižší cenu? Informujte nás!	
Hodnocení produktu	Hodnoceno 0x 
Hlídací pes	 Nový - Nastavit hlídacího psa
Tisk	 Tisk
Status	



Příloha 4 (1/3) Stroje

SP 280

max. Ø soustružení 280 mm, max. délka s. 570 mm



Pracovní rozsah		SP	MC	Y	SMC	SY
oběžný průměr nad ložem	mm	570				
max. průměr soustružení	mm	280				
max. délka soustružení A6 / A8	mm	535		535		450
řemenový náhon - A6/A8	ot / min	4700/4000				
Elektrovřetenno - A6	ot / min		4700			
Protivřetenno - A5	ot / min				6000	
počet poloh		12				
kužel dutiny - MORSE		Mo 5				
délka x šířka x výška	mm	3875 x 2122 x 2345				
hmotnost	kg	7200	7500	7700	7800	7900

Příloha 4 (2/3) Stroje

Vertikální vyvažovací stroj V 50/100 UFA

- vybavený automatickým odvrtáváním s axiálními prvky.



Jednotka Typ	Max. zatížení rotoru	Citlivost v jedné rovině (1)	Citlivost ve dvou rovinách	Úhlová přesnost měření	Max. průměr	Dostupná verze	Typ motoru	Výkon motoru	Vyvažovací rychlost	Max. setrvačnost WD ²
	Kg	g.mm	g.mm	+	mm	*	**	Kw	RPM	Kg.m ²
V5	5	1	2	1°	400	N	A.C.	0,37	1000	(2)
						S-K	A.C.B.	0,70	375-1150	
V15	15	2	4			N	A.C.	0,55	750	
						S-K	A.C.B.	1,3	375-750	
V30	30	4	8		N	A.C.	0,55	500		
					S-K	A.C.B.	2,4	300-650		
V50	50	6	30		N	A.C.	1,8	600		
					S-K	A.C.B.	3,8	760		
V100	100	15	50		550	N	A.C.	1,8	400	
						S-K	A.C.B.	5,4	610	
V200	200	30	70		S-K	A.C.B.	5,4/11	460		
					800	N	A.C.	3	330	
N	D.C.	8,7	120-420							
S	A.C.B.	20	400							
V500	500	40	80		1200	N	D.C.	13	120-460	
							D.C.	18	120-360	
				S		A.C.B.	25	400		
V1500	1500	60	100	1600		D.C.	20	120-400		
						A.C.B.	35	380		
V3000	3000	80	130							

Příloha 4 (3/3) Stroje

(1) Max. citlivost dosažitelná použitím standardního rotoru (ISO 2953).

(2) Limitní hodnota Mn2 , může být změněna podle potřeb zákazníka

* Dostupná verze

N = ruční nastavení

S = automatické nastavení

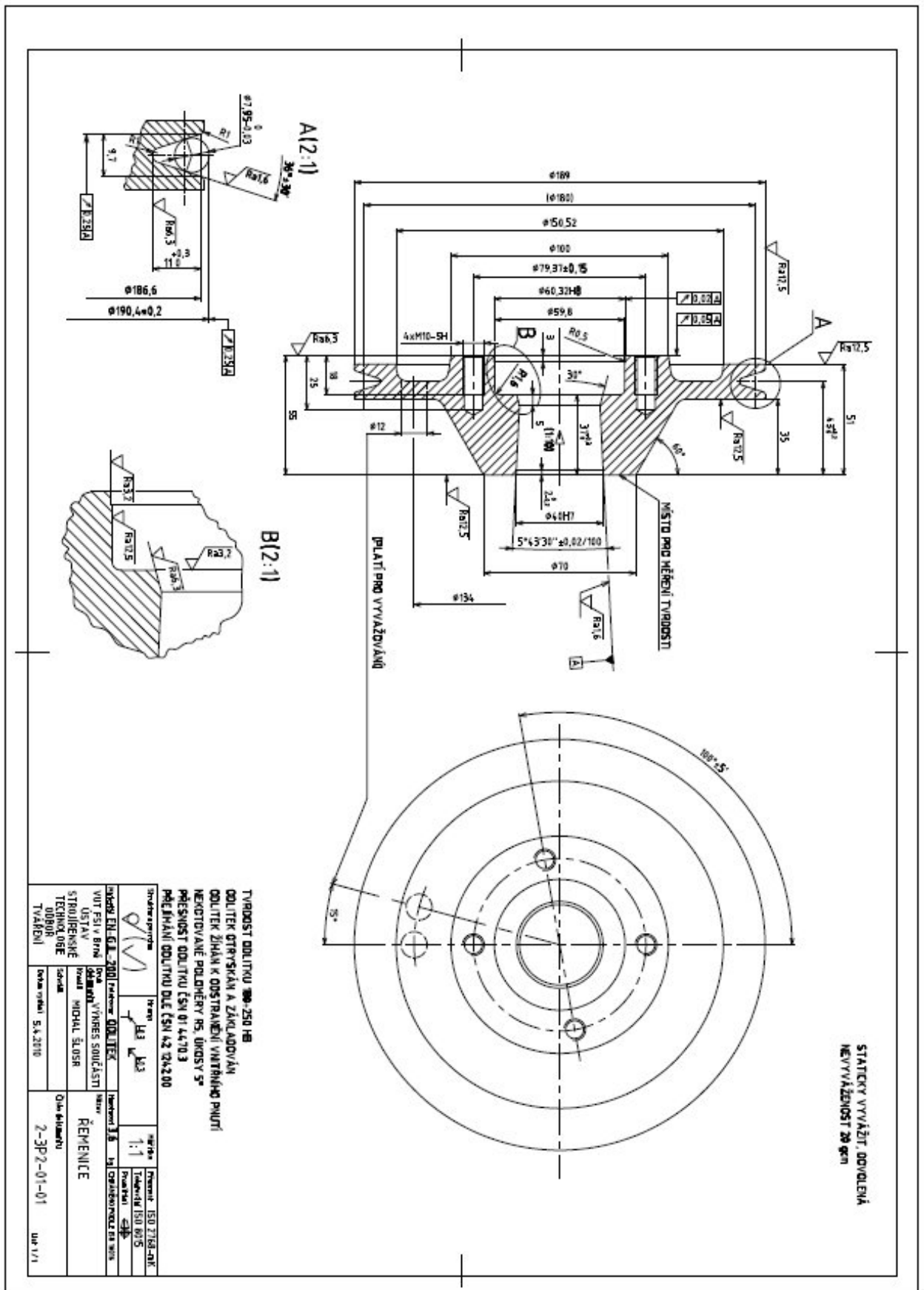
K = automatická korekce nevývahy

A.C. = střídavý

A.C.B. = střídavý s kroužkovou kotvou

D.C. = stejnosměrný

Příloha 5 (1/3) Výkres součásti



STATICKY VYVAŽIT, DOVOLENÁ NEVYVAŽENOST 20 GRM

TVRDOST ODLOTKU 88-250 HB
 ODLETEK OTŘEŠKÁM A ZAKLADOVÁNÍ
 ODLETEK ŽILAN K ODSTRANĚNÍ VNITŘNÍHO PUKLŮ
 NEKOTOVANÉ PLOCHY R5, ÚHROSY 5°
 PŘÍČMÁNÍ ODLOTKU DLE ČSN 01 44:10 3
 PŘÍČMÁNÍ ODLOTKU DLE ČSN 42 04:2 00

Stupeň přesnosti	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15
Stupeň přesnosti	k6	k7	k8	k9	k10	k11	k12	k13	k14
Stupeň přesnosti	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14
Stupeň přesnosti	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12	n13	n14
Stupeň přesnosti	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14
Stupeň přesnosti	r6	r7	r8	r9	r10	r11	r12	r13	r14
Stupeň přesnosti	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13	s14
Stupeň přesnosti	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14
Stupeň přesnosti	u6	u7	u8	u9	u10	u11	u12	u13	u14
Stupeň přesnosti	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14
Stupeň přesnosti	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14
Stupeň přesnosti	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14
Stupeň přesnosti	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14
Stupeň přesnosti	z6	z7	z8	z9	z10	z11	z12	z13	z14
Stupeň přesnosti	zs6	zs7	zs8	zs9	zs10	zs11	zs12	zs13	zs14
Stupeň přesnosti	zt6	zt7	zt8	zt9	zt10	zt11	zt12	zt13	zt14
Stupeň přesnosti	zv6	zv7	zv8	zv9	zv10	zv11	zv12	zv13	zv14
Stupeň přesnosti	zw6	zw7	zw8	zw9	zw10	zw11	zw12	zw13	zw14
Stupeň přesnosti	zx6	zx7	zx8	zx9	zx10	zx11	zx12	zx13	zx14
Stupeň přesnosti	zy6	zy7	zy8	zy9	zy10	zy11	zy12	zy13	zy14
Stupeň přesnosti	zz6	zz7	zz8	zz9	zz10	zz11	zz12	zz13	zz14

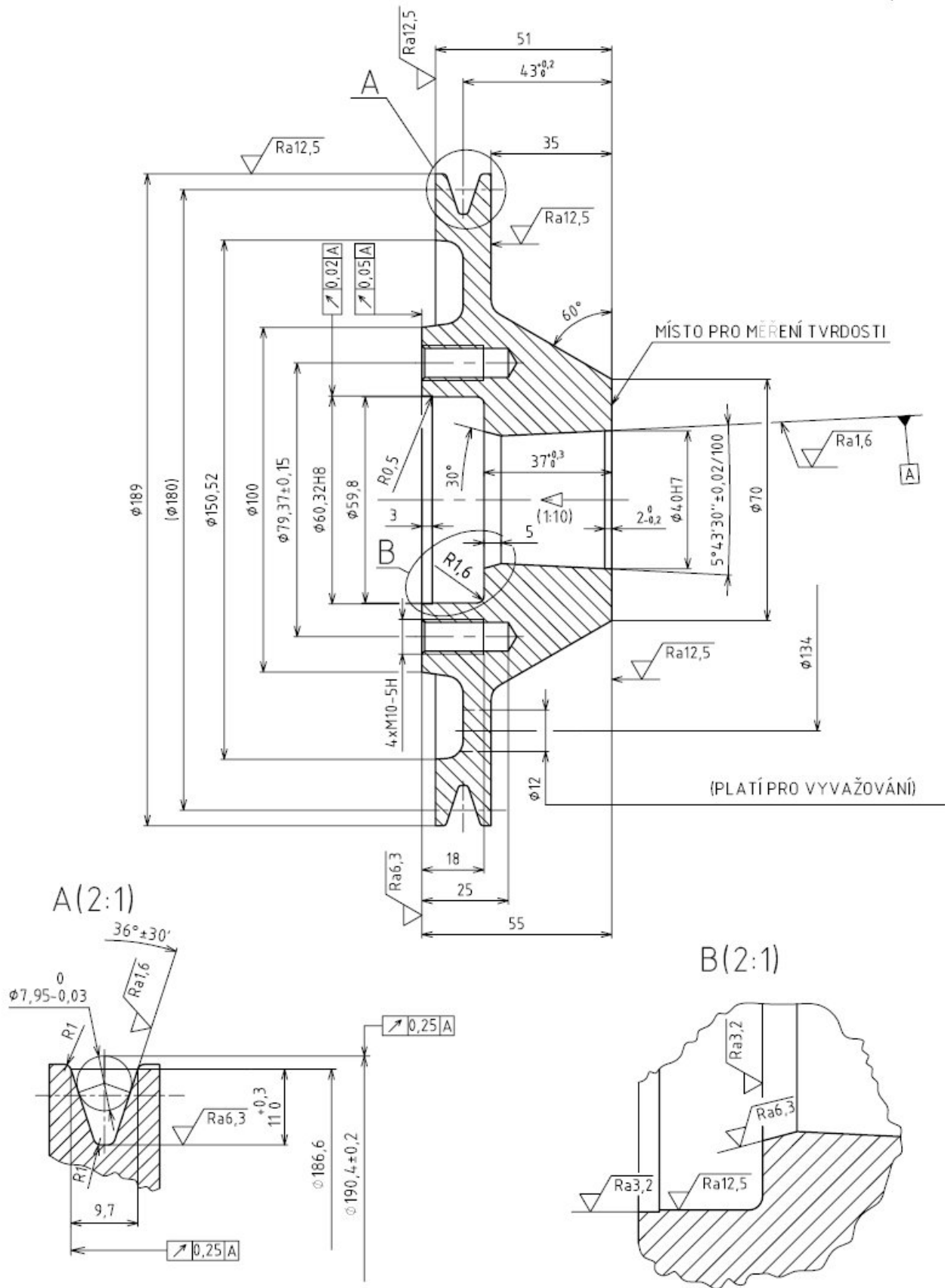
ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK
VUT FSI V BRNĚ	ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK
STROJÍRENSKÉ	ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK
TECHNICKÉ	ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK
ODBOŘENÍ	ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK
TVÁŘENÍ	ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK
5.4.2010	ODLETEK	ODLETEK	ODLETEK

REKEMENCE

2-3P2-01-01

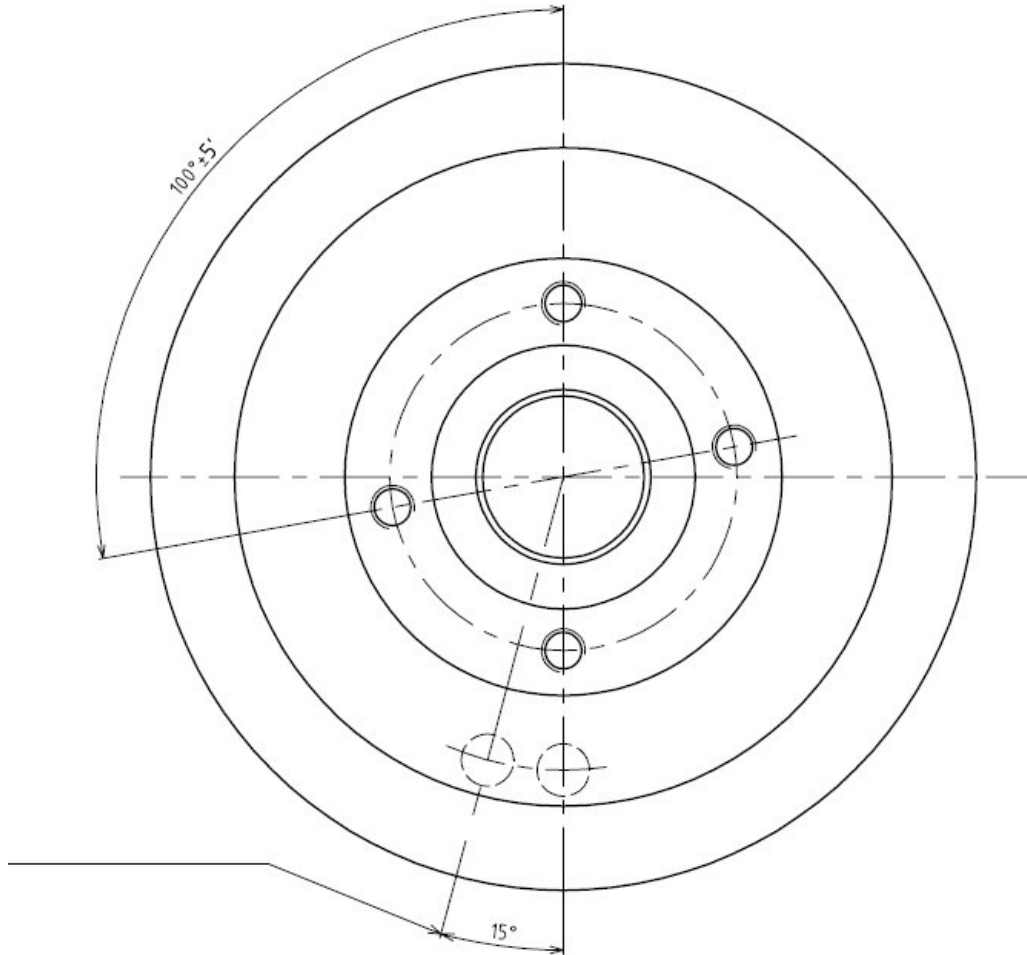
ur 1/1

Příloha 5 (2/3) Výkres součásti



Příloha 5 (3/3) Výkres součásti

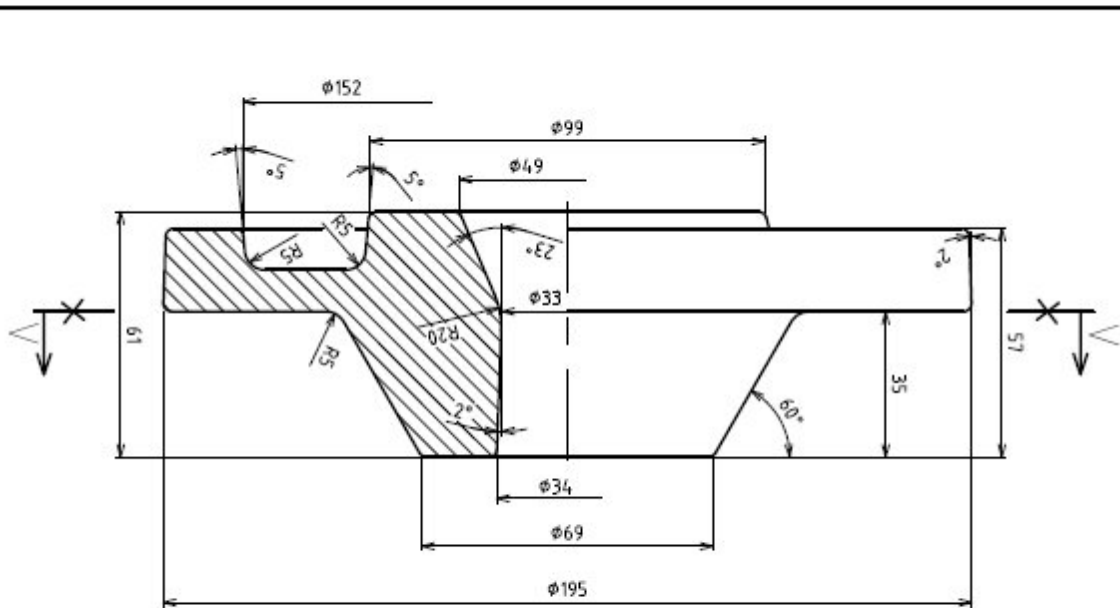
STATICKY VYVÁŽIT, DOVOLENÁ
NEVYVÁŽENOST 20 gcm



TVRDOST ODLITKU 180+250 HB
ODLITEK OTRYSKÁN A ZÁKLADOVÁN
ODLITEK ŽIHÁN K ODSTRANĚNÍ VNITŘNÍHO Pnutí
NEKOTOVANÉ POLOMĚRY R5, ÚKOSY 5°
PŘESNOST ODLITKU ČSN 01 4470.3
PŘEJÍMÁNÍ ODLITKU DLE ČSN 42 124 2.00

Struktura povrchu: 	Hrany: 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768-mK Tolerování ISO 8015 Promítání
Materiál EN-GJL-200	Polotovary ODLITEK	Hmotnost 3,6 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
VUT FSI v Brně ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE ODBOR TVÁŘENÍ	Druh dokumentu VÝKRES SOUČÁSTI Kreslil MICHAL ŠLOSR Schválil Datum vydání 5.4.2010	Název ŘEMENICE Číslo dokumentu 2-3P2-01-01	List 1 / 1

Příloha 6 Výkres odlitku



MĚTĚR 1 x S 2300/1010
 TVRDOST ODLITKU 180-250 HB
 ODLITEK OTRYSKÁN A ZAKLADOVÁN
 ODLITEK ŽIHÁN K ODSTRANĚNÍ VNITŘNÍHO PÍKUTÍ
 NEKOTLOVANÉ POLDMĚRY R3
 PŘESNOST ODLITKU ČSN 01 44 70.3

Struktura povrchu		Hranu		Měřitko		Přesnost	
				1:1			
Materiál EN-GJL-200 VUT FSI v Brně ÚSTAV STROJRENSKÉ TECHNOLOGIE ODBOR TVÁŘENÍ		Typ dokumentu Kresla MICHAL ŠLOSAR Schválil Datum vydání 5.4.2010		Název ŘEMENICE (ODLITEK)		Hmotnost 4,9 kg OHLAŠENO POKLE ISO 9006 Číslo dokumentu 0-2-3P2-01-01 List 1/1	