

Popis poloautomatického soustruhu SPN12 CNC s řídicím systémem Sinumerik 810D



Vypracovali:

Doc. Ing. Miroslav PÍŠKA, CSc.

Ing. Aleš POLZER

Obsah

Úvod

1. Popis obráběcího stroje a řídicího systému
 - 1.1. Technické údaje stroje
 - 1.2. Vztažné body CNC stroje
 - 1.3. Bezpečnostní prvky stroje
 - 1.4. Pracovní režimy stroje
 - 1.5. Postup práce na stroji
 - 1.6. Nástrojová data a korekce
 - 1.7. Upínání obrobku
 - 1.8. Přehled funkcí stroje
2. Rozbor výroby tvarových ploch pomocí ŘS Sinumerik 810D
 - 2.1. Vysvětlení základních pojmů
 - 2.2. Výroba tvarových ploch konvenčním programováním
 - 2.3. Programování s využitím parametrů a aritmetických funkcí
 - 2.4. Výroba tvarových ploch pomocí cyklů
 - 2.5. Volné programování kontury
 - 2.6. Tvorba programů s využitím podprogramů
 - 2.7. Programování skoků
 - 2.8. Výroba tvarových ploch na soustruhu
 - 2.8.1. Soustružení válcových a kuželových ploch
 - 2.8.1.1. Programování funkce G1
 - 2.8.1.2. Odběr třísky - CYCLE95
 - 2.8.2. Soustružení tvarových ploch (kruhová interpolace)
 - 2.8.3. Soustružení zápichů, drážek a upichování
 - 2.8.3.1. Konvenční programování
 - 2.8.3.2. Zapichovací cyklus - CYCLE93
 - 2.8.3.3. Odlehčovací zápichy - CYCLE94
 - 2.8.3.4. Odlehčovací zápichy závitů - CYCLE96
 - 2.8.3.5. Upichování
 - 2.8.4. Soustružení závitů
 - 2.8.4.1. Programování výroby závitů (funkce G33)
 - 2.8.4.2. Cyklus řezání závitů - CYCLE97
 - 2.8.4.3. Cyklus řetězení závitů - CYCLE98
 - 2.8.4.4. Problematika soustružení závitů
 - 2.8.5. Soustružení zaoblení a sražení hran

3. Zpracování CNC programů pro dané aplikace

3.1. Program součásti Čep

3.2. Program součásti Kulový čep

3.3. Program součásti Šroub s kulovou hlavou

3.4. Program součásti Stavěcí šroub

3.5. Program součásti Průtlačník

3.6. Program součásti Řemenice

Přílohy

Úvod

Vzhledem k neustálému vývoji CNC obráběcích strojů a jejich řídicích systémů (dále jen ŘS), je nutno zajistit kvalitní výuku zaměřenou na nové možnosti při programování procesu obrábění. Jedním z řady moderních ŘS je Sinumerik 810D. Na následujících stranách je poukázáno na možnosti využití tohoto ŘS při výrobě tvarových ploch soustružením. Pozornost je věnována nejen základům programování, ale hlavně využíváním prvků (funkcí), které umožní práci maximálně zjednodušit a zpřehlednit.

Pro ukázkou programování jsou navrženy součásti, které obsahují tvarové plochy běžně soustružené, a také plochy, které jsou mnohdy konvenčním způsobem soustružení problematicky vyrobitelné. Ověření funkčnosti vytvářených programů i výroba součástí je realizována na poloautomatickém soustruhu SPN12 CNC / Sinumerik 810D.

Označení oblastí dle obr. 1:	Popis oblasti / význam tlačítka:
A	Displej
B	Alfanumerický blok, korekční / kurzorové klávesy
C	Ovládací panel stroje

Tab. 1 Popis hlavních částí ovládacího panelu OP 031 - pokračování

Označení oblastí dle obr. 1:	Popis oblasti / význam tlačítka:
1	Tlačítko oblasti stroje
2	Tlačítko návrat
3	Pruh horizontálních funkčních tlačítek
4	Tlačítko rozšíření menu
5	Tlačítko přepínání oblastí
6	Pruh vertikálních funkčních tlačítek

Stroj umožňuje plynulou změnu otáček a synchronizaci posuvových pohonů. Souvislé řízení dráhy nástroje ve dvou souřadných osách a stálou polohovou zpětnou vazbou. Vysoká přesnost polohování je rovněž zajištěna použitím kuličkových šroubů s předepnutými kuličkovými maticemi.

Pro obrábění jsou k dispozici dva suporty. Horní suport se čtyřpolohovou nástrojovou hlavou je plně řízen systémem Sinumerik 810D v osách X a Z. Umožňuje např. výrobu válcových a kulových ploch, soustružení závitů a zápichů. Pohyby suportu jsou realizovány pomocí kuličkových šroubů. Dolní suport je řízen mechanicky s využitím narážek, které určují např. délku zdvihu a zpomalení. Dolní suport lze pootočit o $\pm 45^\circ$ a umožňuje provádět pravoúhlé, kosodélníkové i zapichovací cykly. Tento suport je určen především pro hrubovací operace a jeho pohyby jsou vyvozeny působením hydraulické kapaliny.

ŘS stroje - řízení je realizováno pomocí počítačového programu. Ten je možno nainstalovat např. na PC s operačním systémem Windows 95. Tímto způsobem je umožněno programovat i simulovat obrábění součástí mimo výrobní stroj. Připravený program lze přenést pomocí diskety, pevného disku nebo propojovacím kabelem mezi počítači. Při dokoupení síťové karty je možné i např. posílání NC programů přes internet.

Komunikovat s ŘS lze v některém z nabízených jazyků. K dispozici je mimo češtiny např. angličtina a němčina. Změna těchto jazyků je možná kdykoli v průběhu používání a je platná pro celý systém. Vztahuje se tedy na komunikaci s ŘS i na nápovědy a hlášení alarmů.

Stroj je vybaven řeznými nástroji firmy Pramet Tools s.r.o., Šumperk. V současné době je k dispozici 12 nožových držáků s vyměnitelnými břitovými destičkami (dále jen VBD) ze slinutých karbidů (dále jen SK). Nástroje umožňují obrábět většinu vnějších tvarových ploch. Podrobnější informace o tvarech držáků a typech břitových destiček jsou uvedeny v přílohách č. 13 až 18.

1.1. Technické údaje stroje

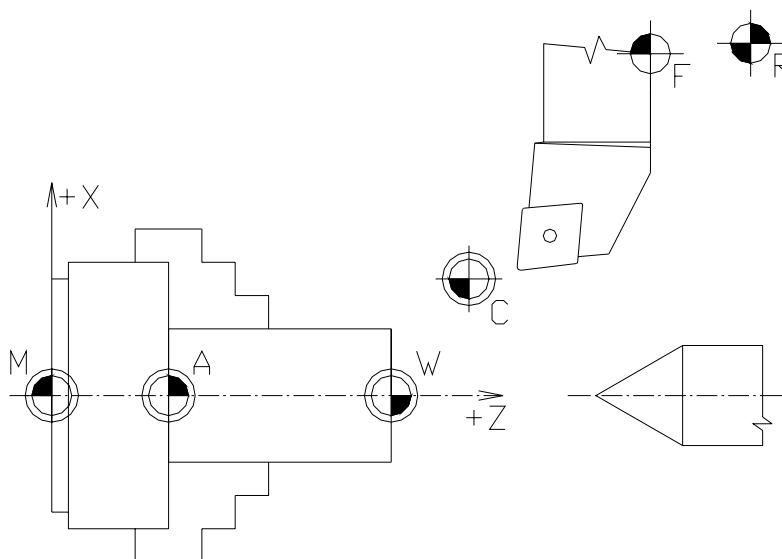
Snad žádný z obráběcích strojů není natolik univerzální, aby zvládl výrobu součástí libovolných rozměrů a tvarů. Tabulka č. 2 obsahuje základní technické parametry stroje, ke kterým je nutno přihlížet. Mimo omezení rozměrů obrobků jsou uvedena i kritéria vztahující se k programování. Není možné např. volit řezné podmínky mimo uvedený rozsah.

Tab. 2 Parametry stroje SPN12 CNC

Obrobek	
Maximální hmotnost obrobku	44.5 kg
Maximální soustružená délka	500 mm
Maximální soustružený průměr	120 (140) mm
Maximální oběžný průměr nad ložem	280 mm
Vřeteník	
Rozsah otáček vřetene	0 ÷ 3500 min ⁻¹
Vrtání vřetene	48 mm
Kužel ve vřetenu	Morse 6
Přední konec vřetene	ČSN 20 1011
Výkon motoru	9/11 kW
Horní suport	
Rozsah posuvů	0 ÷ 10 m.min ⁻¹
Rychloposuv v podélném i příčném směru	10 m.min ⁻¹
Maximální průřez třísky (při $v_c=70\text{m.min}^{-1}$ a materiálu obrobku $R_m=600\text{MPa}$)	4 mm ²
Maximální příčný zdvih	70 mm
Maximální podélný zdvih	55 mm
Koník	
Průměr pinoly	100 mm
Zdvih pinoly	125 mm
Přítlačná síla hrotu	3000 ÷ 12000 N
Kužel pro hrot	Morse 4

1.2. Vztažné body CNC stroje

Jsou to body, které určují vzájemnou polohu jednotlivých částí soustavy S-N-O (obr.2). Dělí se do dvou skupin, a to na vztažné body souřadného systému, které jsou stanoveny výrobcem a jejich polohu nelze měnit a na body jejichž polohu volí programátor dle obráběné součásti.

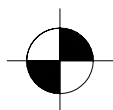


Obr. 2 Poloha vztažných bodů CNC stroje

Stroj		Jog		
Kanál Reset				
Program přerušen				
↻ MCS	Poloha	Posun	REP	
+X	0.000	mm	0.000	
+Z	0.000	mm	0.000	
+C	0.000	°	0.000	
Hlavní vřeteno S1				
Akt. + 0.000 ot./min.				
Pož. + 0.000 ot./min.				
Pol. + 0.000 grad.				
0.000 %				
Výkon [%]				REF
Posuv mm/min.				
Akt. 0.000 0.000%				
Pož. 0.000 0.000%				
Nástroj				
předvolený nástroj:				
G0 G91				

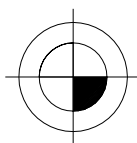
Obr. 3 Základní obrazovka stroje pro najetí do referenčního bodu

R - referenční bod:



Nájezd do tohoto bodu je nutno provést po zapnutí stroje (obr.3). Hledání bodu je automatické a probíhá postupně po jednotlivých zadávaných osách (X, Z, C). V referenčním bodě dochází k přesnému určení polohy nástroje vzhledem k odměřovacímu systému. Najíždění bodu je možno řešit i programově. K dispozici je funkce
G74 X1=0 Z1=0 C1=0.

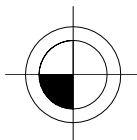
W - nulový bod obrobku:



Pozici bodu stanovuje programátor. Souřadnici Z je možno libovolně měnit, ale zpravidla se jedná o bod na součásti, ke kterému jsou vztaženy výkresové kóty.

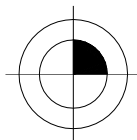
Souřadnice nulových bodů jsou vepsány do tabulky posunutí počátku a v NC programu je psána pouze věta např. N10 G54. Jeden nulový bod se nemusí vztahovat pouze k jedné součásti, ale může být použit i mimo rámec jednoho programu. V jednom programu může být použito i více nulových bodů obrobku.

C - výchozí bod programu:



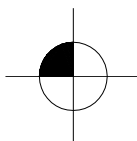
Jeho poloha je stanovena programátorem mimo obrobek, aby mohla bez problémů proběhnout např. výměna nástroje nebo obrobku. Pozice bodu je zapsána v NC programu (bod pro výměnu nástroje).

A - dorazový bod:

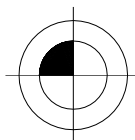


Jedná se o bod, na který dosedá součást např. v upínacím přípravku.

F - nulový bod nástroje:



Stanovuje se např. střed držáku nástroje. K tomuto bodu jsou vztahovány korekce nástrojů.



M - nulový bod stroje:

Z hlediska programátora se jedná o pevný bod, jehož polohu není možno měnit. Poloha je stanovena při montáži stroje a je fixována polohou měřících systémů (počátek souřadného systému).

1.3. Bezpečnostní prvky stroje

Systém obsahuje řadu různých druhů zabezpečení. Mechanické zajištění pracovního prostoru je pro zvýšení bezpečnosti práce obsluhy. Uzavření předního ochranného krytu je automaticky kontrolováno a stroj neumožňuje spuštění programu při otevřeném krytu. Tento bezpečnostní prvek je možno např. při seřizování vyrušit použitím klíče zasunutého do zámku v ovládacím panelu.

Ochrana řídicího systému přístupovými klíči a hesly je proti neoprávněným zásahům do nastavení stroje. Např. obsluha stroje nemá možnost zasahovat do programu. Zásahy jsou však zpřístupněny programátorovy. Nejvyšší stupeň přístupu má pouze výrobce ŘS.

Tab. 3 Stupně ochrany

Úroveň ochrany	Způsob zablokování	Oblast
0	heslo	Siemens
1	heslo	výrobce stroje
2	heslo	personál uvedení do provozu, servis
3	heslo	konečný uživatel
4	klíčový spínač v poloze 3	programátor, seřizovač
5	klíčový spínač v poloze 2	kvalifikovaný personál obsluhy
6	klíčový spínač v poloze 1	vzdělaný personál obsluhy
7	klíčový spínač v poloze 0	zaučený personál obsluhy

Programově je možno v pracovním prostoru stroje vymezit rozsah pohybu nástroje. Zabráněním přístupu nástroje do prostoru upínače je tak znemožněna kolize.

V průběhu odebírání třísky může dojít např. ke křehkému lomu bříty nástroje. Obsluha stroje má proto k dispozici tlačítko STOP. Tímto příkazem stroj ukončí činnost všech pohybujících se částí. Nedojde k dalšímu poškození vlivem nekontrolovatelné činnosti.

Předcházet některým kolizním stavům při odlaďování programu je možno použitím regulačních prvků na ovládacím panelu. Procentuálním snížením posuvu případně řezné rychlosti lze upravit řezné podmínky obrábění. Zjištěné korekce pak programátor zapíše do programu. Snížení hodnoty rychloposuvu umožňuje kontrolu pohybu nástroje a včasným vypnutím posuvu lze zabránit nájezdu nástroje do místa případné kolize.

1.4. Pracovní režimy stroje

Jog - Ruční režim. Pomocí tlačítek a ručních ovládacích prvků řídicího panelu stroje je možno např. pohybovat nástroji. Je rovněž umožněn nájezd do referenčního bodu nebo výměna obrobku.

Při přerušení programu v automatickém režimu lze v pracovním režimu Jog nástrojem pohybovat. Řídicí systém zapisuje do paměti polohu nástroje při přerušení a zobrazuje vzdálenost v jednotlivých osách ujetou v režimu Jog.

Auto - Automatický režim. Je určen pro běžný provoz soustružení obrobků. Nezbytnými předpoklady pro zpracování NC programů v tomto režimu je předchozí nastavení strojních dat (parametry nástrojů, korekce a pozice nulového bodu obrobku).

MDA - Manual Data Automatic. Režim umožňuje vytváření programů součástí a jejich okamžitou výrobu po jednotlivých blocích. Nastavení strojních dat je nutno provést stejně jako u automatického režimu.

Podřízeným režimem MDA je režim Teach-In (teach-in = učit se). Program je tvořen najížděním nástroje do požadovaných souřadnic a informace o jeho poloze je ukládána v souhře s funkcí "MDA".

1.5. Postup práce na stroji

Nastartování a práce na každém složitějším zařízení vyžaduje určitý "přesně" stanovený sled úkonů. Stejně tak je tomu i u obráběcího

stroje SPN12 CNC. Po zapnutí musíme např. sladit odměřování stroje, se skutečnou polohou nástroje, nájezdem do referenčního bodu. Toto však nelze provést, pokud není upnut obrobek. Tab. 4 zobrazuje, jak se obecně postupuje při zavádění nové součástky do výroby. Při práci na odladěné součástce je možno některé z bodů vynechat.

Tab. 4 Postup obsluhy stroje

Č. úkonu	Popis úkonu
1	Zapnout stroj
2	Zasunout přístupový klíč (případně zapsat heslo)
3	Upnout obrobek (polotovár)
4	Najet do referenčního bodu
5	Zvolit a upnout nástroje
6	Zapsat nástrojová data (korekce)
7	Zadat polohu nulového bodu
8	Zjistit hodnoty otáček a posuvů pro nový program
9	Vytvořit program součásti (načíst existující program)
10	Provést grafickou simulaci procesu obrábění
11	Odladit proces obrábění při odebírání třísky
12	Uložit program součásti
---	Opakovaná výroba součástí

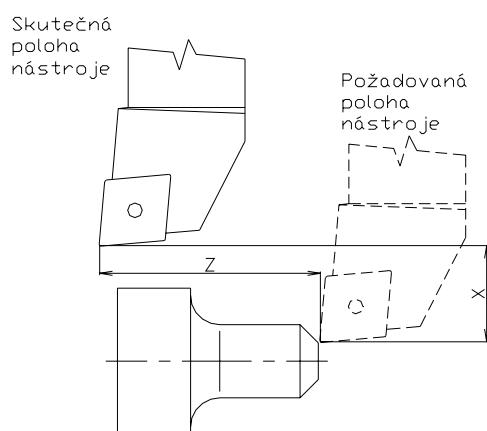
1.6. Nástrojová data a korekce

Při obrábění je nutno znát tvar a polohu špičky nástroje např. vzhledem k nulovému bodu obrobku. Z důvodu značných rozdílů ve tvarech a typech nástrojů jsou zavedeny nástrojové korekce. U soustružnických nožů se rozlišují dva druhy korekcí. Délkové korekce zohledňují posunutí břitů jednotlivých nástrojů v osách X a Z. Poloměrové korekce počítají s velikostí zaoblení špičky nástroje.

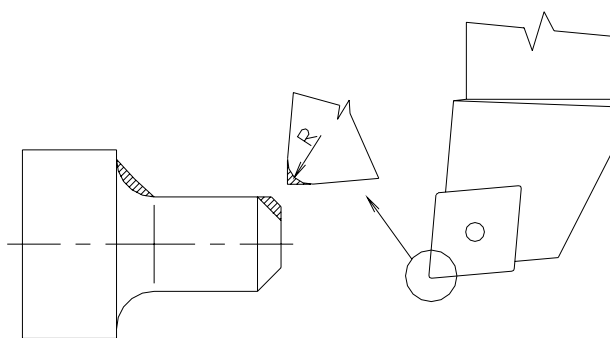
Započítání délkových korekcí se realizuje automaticky při prvním pohybu nástroje lineární nebo polynomickou interpolací. Aktivace poloměrové korekce závisí na tvaru obráběné kontury.

Při programované výměně nástroje v průběhu obrábění se definuje pouze poloha nožové hlavy, číslo nástroje a číslo korekce. Pozice nástroje vzhledem k obrobku se programuje s teoretickým nulovým zaoblením špičky nástroje. Potřebná data pro zajištění požadovaného tvaru obrobku se načítají z předvolených tabulek. Bez započítání délkových korekcí by nástroj neobráběl v požadovaném

místě a mohlo by dojít ke kolizi (obr.4). Bez poloměrové korekce by některé rozměry součásti neodpovídaly programovaným hodnotám (obr. 5).



Obr. 4 Chybná pozice nástroje bez započítání délkové korekce



Obr. 5 Chyba rozměrů kontury bez korekce poloměru špičky nástroje

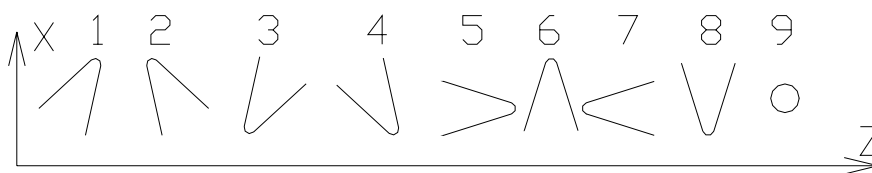
Informace o nástroji jsou nezbytné nejen pro správné započítání korekcí, ale vychází se z nich i při obrábění. Při soustružení pomocí cyklů probíhá automatická kontrola tvaru nástroje a kontury. Zjišťuje se, zda je možné obrobení kontury zvoleným nástrojem (zda nedojde ke kolizi držáku s obrobkem).

Pro vyšší přesnost vyráběných součástí je možno programovat i velikost opotřebení břitu nástroje. Této možnosti se využívá hlavně při výměně opotřebovaných břitů (otáčení VBD).

Korekce (data) nástrojů jsou do ŘS zadávány pomocí tabulky (obr. 6). Počet nabízených parametrů je dán typem nástroje. U soustružnických nožů je mimo délkových korekcí a parametrů popisujících tvar nutno definovat i polohu špičky nástroje (obr.7).

Parametry	CHAN1	Auto	Mpr.dir Test.mpf	
Kanál aktivní Program běží				Č. T +
				Č. T -
Data nástrojové korekce				Č. D +
Číslo T 1		Číslo D 1	Počet břitů 1	Č. D -
Typ nástroje 100				Smazat
Poloha břitu 3				Přejdi na
Délková korekce: Geometrie		☐ potřeбені	Základ	Přehled
Délka 1:	0.000	0.000	0.000 mm	Nový
Délka 2:	0.000	0.000	0.000 mm	
Délka 3:	0.000	0.000	0.000 mm	
Poloměrová korekce:				
Poloměr:	0.000	0.000	mm	
DP7,18.res	0.000	0.000		
DPR,17.res	0.000	0.000		
DP9,18.res	0.000	0.000		
DP10,19.res	0.000	0.000		
DP11,20.res	0.000	0.000		
Délková korekce:				
Úhel hřbetu:	0.000	stup.		
DP25.res	0.000			
Korekce nástroje	Parametry R	Setting-data	Posun nul. bodu	Uživatelská data
				Zjistit korekci

Obr. 6 Základní obrazovka pro zápis nástrojových korekcí



Obr. 7 Poloha špičky (hlavního břitu) nástroje

1.7. Upínání obrobků

Upínání obrobků je možno provést pomocí sklíčidla nebo upnutím mezi hroty s čelním unášením. Při obou variantách je upnutí provedeno pomocí hydraulické kapaliny. Použitím sklíčidla je navíc možno volit mezi dvěmi variantami. První možností je upnout obrobek čelistmi sklíčidla a poté jej podepřít hrotem. Druhá varianta umožňuje dotlačit obrobek hrotem na pevný doraz a následně upnout sklíčidlem.

Problémy by mohly nastat při upínání "dlouhých štíhlých" obrobků. Vlivem nadměrné přitlačné síly dochází u těchto součástí k průhybu (ke vzpěru). Tomuto lze předcházet regulací velikosti upínací síly.

1.8. Přehled funkcí stroje

Vzhledem k rozsahu ŘS jsou v tabulkách 5, 6 a 7 uvedeny pouze vybrané funkce a adresové znaky. Většina z nich je podrobněji popsána v následujících kapitolách nebo jsou použity v programech.

Tab. 5 Přípravné funkce

Název	Význam
G0	Lineární interpolace rychloposuvem
G1	Lineární interpolace pracovním posuvem
G2	Kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček
G3	Kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček
G4	Časové předurčená prodleva
G18	Volba pracovní roviny Z/X
G25	Dolní omezení pracovního pole
G26	Horní omezení pracovního pole
G33	Řezání závitů s konstantním stoupáním
G40	Vypnutí korekce poloměru nástroje
G54	1. nastavitelné posunutí nulového bodu
G55	2. nastavitelné posunutí nulového bodu
G56	3. nastavitelné posunutí nulového bodu
G57	4. nastavitelné posunutí nulového bodu
G58	Osové programovatelné posunutí nulového bodu, absolutní
G59	Osové programovatelné posunutí nulového bodu, aditivní
G70	Zadávání dráhy v palcích
G71	Zadávání dráhy v mm
G74	Nájezd do referenčního bodu
G90	Absolutní programování
G91	Inkrementální programování
G94	Posuv F [min.]
G95	Posuv F [mm]
G96	Zapnutí konstantní řezné rychlosti
G97	Vypnutí konstantní řezné rychlosti (konstantní velikost otáček)

Tab. 6 Pomocné funkce

Název	Význam
M0	Programovatelný stop programu*
M1	Volitelný stop*
M2	Konec programu*
M3	Start vřetena ve směru hodinových ručiček
M4	Start vřetena proti směru hodinových ručiček
M5	Zastavení vřetena
M6	Výměna nástroje (při ruční výměně)
M8	Zapnutí chlazení
M9	Vypnutí chlazení
M17	Konec podprogramu*
M30	Konec programu a návrat na začátek programu*
M41	Převodový stupeň 1 (nižší řada otáček)
M42	Převodový stupeň 2 (vyšší řada otáček)

* tyto funkce neumožňují rozšířený formát adresového bloku

Tab. 7 Adresové znaky

Název	Význam
F	Posuv
H	Přídavná funkce
I	Nastavitelný identifikátor adresy
J	Nastavitelný identifikátor adresy
K	Nastavitelný identifikátor adresy
L	Volání podprogramu
N	Číslo vedlejšího bloku
P	Počet opakování programu
R	Identifikátor proměnné
S	Velikost otáček vřetene
T	Číslo nástroje
X	Nastavitelný identifikátor adresy
Y	Nastavitelný identifikátor adresy
Z	Nastavitelný identifikátor adresy
%	Počáteční a oddělovací znak při přenosu souborů
:	Číslo hlavního bloku
/	Identifikátor vypuštění bloku

2. Rozbor výroby tvarových ploch pomocí ŘS Sinumerik 810D

2.1. Vysvětlení základních pojmů

- **Absolutní programování.** Při tomto způsobu zadávání polohy nástroje jsou souřadnice vztahovány k aktivnímu nulovému bodu.

- **Blok (věta).** Jeden řádek programu. Blok je složený ze slov a měl by obsahovat všechny potřebné geometrické a technologické informace, které jsou vykonány v jednom kroku.
- **Cyklus.** V řízení pevně naprogramované pořadí jednotlivých kroků.
- **Inkrementální (přírůstkové) programování.** Údaje o pozici nejsou vztahovány k nulového bodu, ale k předcházejícímu bodu. Zadává se vzdálenost, o kterou je nutno přemístit nástroj v jednotlivých osách.
- **Interpolace.** Určování mezilehlých bodů mezi známými koncovými body křivky. Body jsou počítány pomocí matematických funkcí.
- **Parametr.** Proměnná v NC programu, jejíž hodnota je přiřazena pro konkrétní případ.
- **Part program.** Řídicí program obsahující informace o každé činnosti potřebné ke zhotovení součásti.
- **Podprogram.** Část programu stroje, která může být opakovaně volána různými řídicími programy.
- **Provoz blok po bloku.** Pracovní režim, ve kterém číslicově řízený stroj po spuštění obsluhou stroje pracuje v automatickém pracovním režimu pouze v rozsahu jednoho bloku řídicích dat.
- **Simulace.** Počítačový program umožňující zobrazovat skutečnou polohu nástroje vůči obrobku, která je zapsána v NC programu.
- **Slovo.** Skládá se z povelové části (písmeno) a z významové části (číslíce nebo skupina číslíc).

2.2. Výroba tvarových ploch konvenčním programováním

Nejzákladnějším způsobem programování je tvorba programu po jednotlivých úkonech. Jeden řádek programu umožní maximálně jeden přesun nástroje definovaným způsobem do zadaných souřadnic. Program je velice rozsáhlý a jeho tvorba je časově náročná. Úpravy, např. změna hloubky odebírané třísky, vyžadují přepracování velké části programu.

2.3. Programování s využitím parametrů a aritmetických funkcí

Zápis některých číselných hodnot je možno zjednodušit. Pokud se např. souřadnice v programu často opakuje nebo se uvažuje s její změnou při odlaďování programu, je možné použít parametrické programování. Zápis parametru navíc nemusí být vždy proveden konkrétním číslem. Místo hodnoty je možno zadat aritmetický výraz. Parametr může být v programu použit opakovaně a jeho hodnotu je možno průběžně měnit. Zápis souřadnice lze provádět i přímo zadáním aritmetické funkce, případně kombinovat aritmetický výraz s parametrem.

Obecný zápis parametru:

$Rn = \dots$

Výpočetnímu parametru je možno přiřadit hodnotu v rozsahu:

$\pm (0.000\,0001 \div 9999\,9999)$ např.: $R0 = -1.2345$

Při využití exponenciálního zápisu lze psát v rozsahu:

$\pm (10^{-300} \div 10^{+300})$ např.: $R0 = -0.1\text{EX}-3$

Tab. 8 Vysvětlení instrukcí

Název	Význam
R	Výpočetní parametr
<i>n</i>	Číslo výpočetního parametru (standardně 0 ÷ 99)
...	Číselná hodnota nebo aritmetický výraz

Tab. 9 Vybrané operátory a aritmetické funkce

Zápis	Význam
+	sčítání
-	odčítání
.	násobení
/	dělení
DIV	dělení pro typ proměnné INT a REAL
SIN()	sinus
COS()	kosinus
TAN()	tangens
SQRT()	druhá odmocnina
ABS()	absolutní hodnota
POT()	2. mocnina

Používají se i operátory relační a logické.

2.4. Výroba tvarových ploch pomocí cyklů

Při obrábění je mnoho pohybů předem určeno zvolenou technologií. Například upichování předpokládá posuv nástroje pouze přímočarý vratný. Programování výroby závitů i mnoho dalších ploch je tak možno zjednodušit. Definujeme koncový bod pohybu nebo konečný tvar obrobku a způsob, jakým má obrábění probíhat. Dodatečné úpravy programovaných řezných podmínek (např. šířka záběru) jsou velice snadné. Výrazné zkrácení programu a zrychlení programování je rovněž výhodné.

Tab. 10 Soustružnické cykly

Název	Význam
CYCLE93	Zapichovací cyklus
CYCLE94	Odlehčovací zápich tvaru E a F podle DIN
CYCLE95	Odběr třísky
CYCLE96	Odlehčovací zápich tvaru A, B, C a D podle DIN
CYCLE97	Řezání závitů
CYCLE98	Řetězení závitů

2.5. Volné programování kontury

Definování kontury obrobku pro cyklus CYCLE95 je možno řešit s grafickou podporou (obr.8). Až 50 vzájemně navazujících prvků s možností využití zaoblení a zkosení popisuje tvar součásti. Program je tvořen automaticky podle zadávaných grafických elementů (tab.11). Formát bloku je shodný se zápisem při konvenčním programování a dodatečnou editaci je možno provádět i bez grafické podpory.

Tab. 11 Prvky umožňující tvořit konturu

Značka prvku	Konturové elementy
	Počáteční bod
	Přímka ve směru osy Z
	Přímka ve směru osy X
	Přímka šikmá v rovině ZX
	Oblouk kružnice

Program		Auto	
DRY ROV SBL1 M01 DRF PRT FST			
Editor pro definování kontury CepC.spf			
⊕ ↗ → ↖ ↺ END			Kruhový oblouk Směr otáčení ☐ ☐ R 23.7 X 24.13 mm Z -100.5 mm I K Zakončení elementu FS Textová poznámka
			Možnosti
			Tečně k násled.
			Hodnota vymazat
			Všechny parametry
			Zrušit
			Převzít element

Obr. 8 Editor pro tvorbu kontury

V případě zadávání hodnot, které umožňují více variant polohy elementu, jsou postupně nabízeny jednotlivé možnosti. Pro větší přehlednost jsou barevně nebo typem čáry odlišeny elementy s různými vlastnostmi. K dispozici je i nápověda, která zobrazuje význam zadávaných parametrů (obr.9).

Program		Auto	
DRY ROV SBL1 M01 DRF PRT FST			
Nápověda editoru definování kontury sr1.wpd\mpf1001.mpf			
⊕ ↗ → ↖ ↺ END			Kruhový oblouk Směr otáčení ☐ ☐ R X mm Z mm I K Zakončení elementu FS Textová poznámka
			Možnosti
			Tečně k násled.
			Hodnotu vymazat
			Všechny parametry
			Zrušit
			Převzít element
Možnosti pro změnu směru otáčení			

Obr. 9 Nápověda k editoru pro tvorbu kontury

Grafická podpora umožňuje i programování odlehčovacích zápichů a závitů. Překompilováním se generuje kód DIN. Dodatečné

editace kontury je možno provádět v grafickém nebo textovém editoru. Změny provedené přímo v kódu DIN však nemusí být přijaty při zpětném překompilování.

2.6. Tvorba programů s využitím podprogramů

Velice často se při programování využívá podprogramů. Podprogram se svojí strukturou příliš neliší od hlavního programu. Jeho velkou výhodou je možnost opakovaného využití (opakovaného volání) v programu, případně jeden podprogram může využívat více programů. Podprogramy umožňují využívat zápisu pomocí parametrů, cyklů, atd., stejně jako hlavní program.

Voláním podprogramu z hlavního programu dochází k tzv. vnoření. Vzhledem k tomu, že je možno volat podprogramy i z podprogramů, můžeme využít až 12 úrovní (11 vnoření).

Příklady volání podprogramů:

- př.1: N100 CEPA ;volání podprogramu CEPA.SPF
;následuje vykonání podprogramu a návrat zpět
- př.2: N100 L123 ;volání podprogramu L123.SPF
;následuje vykonání podprogramu a návrat zpět

Hlavní program je ukončován funkcemi M30 nebo M2. Podprogramy jsou zakončovány funkcí M17. ŘS však umožňuje i volání hlavního programu jako podprogramu. Volaný program může být ukončen funkcí M30, která je v tomto případě interpretována jako M17. Z toho vyplývá, že není možné označovat stejným názvem program i podprogram (nestačí odlišení koncovkou *.mpf nebo *.spf).

Příklady volání programů:

- př.1: N100 CEPA ;volání programu CEPA.MPF
;následuje vykonání vnořeného programu a návrat zpět
- př.2: N100 MPF123 ;volání programu 123.MPF
;následuje vykonání vnořeného programu a návrat zpět

Další možností volání podprogramu (nebo vnořeného programu) je volání s opakováním. Podprogram CEP.SPF bude vykonán dvakrát za sebou. Rozsah počtu opakování je $P: 1 \div 9999$

N100 CEP P2 ;volání podprogramu s opakováním

2.7. Programování skoků

ŘS umožňuje mimo práce s podprogramy řadu dalších "méně známých" funkcí. Jedná se například o:

- Nepodmíněné programové skoky
- Podmíněné programové skoky
- Opakování části programu

Vzhledem k rozsahu možností ŘS není možno zabývat se všemi funkcemi. Z tohoto důvodu nebudou tyto způsoby programování dále vysvětleny ani používány.

2.8. Výroba tvarových ploch na soustruhu

2.8.1. Soustružení válcových a kuželových ploch

2.8.1.1. Programování funkce G1

Při programování obrábění válcových nebo kuželových ploch se využívá lineární interpolace. Nástroj se pohybuje po přímkové dráze do zadaných souřadnic. Pokud je tato dráha rovnoběžná s osou rotace obrobku nebo skloněná maximálně pod úhlem 45° , hovoříme o podélném soustružení. Při pohybu nástroje kolmo k ose rotace (90°) nebo při úhlu větším než 45° hovoříme o příčném soustružení.

V průběhu obrábění kuželových ploch dochází při konstantní hodnotě otáček ke změně řezné rychlosti. ŘS umožňuje nastavit konstantní řeznou rychlost. Plynulá změna otáček tak zajistí výhodnější řezné podmínky pro obrábění kuželových (tvarových) ploch i pro obrábění příčným soustružením. Při soustružení konstantní řeznou rychlostí rovněž většinou dosahujeme kratších strojních časů.

Lineární interpolace se označuje přípravnou funkcí G1 a zápis koncového bodu dráhy je možno provést využitím kartézských nebo polárních souřadnic. U kartézských souřadnic jsou hodnoty X a Z závislé na předchozím nastavení způsobu programování (G90, G91).

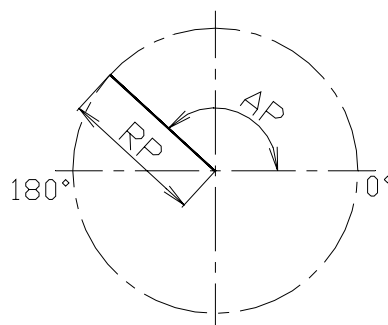
Absolutní programování (G90) vztahuje souřadnice k aktuálnímu nulovému bodu obrobku. Inkrementálním programováním (G91) se definuje pouze vzdálenost startovacího a koncového bodu dráhy v jednotlivých osách. Polárním zadáním souřadnic definujeme pouze délku elementu a úhel natočení úseku vzhledem k nule. Výše uvedené způsoby programování je možno kombinovat podle aktuálního zakótování součásti na výkrese.

Koncový bod zadávaný v kartézských souřadnicích:

N... G1 X... Z... F... ;Absolutní zadávání při G90
 N... G1 X=IC(...) Z=IC(...) F... ;Inkrementální zadávání při G90
 N... G1 X... Z... F... ;Inkrementální zadávání při G91
 N... G1 X=AC(...) Z=AC(...) F... ;Absolutní zadávání při G91

Koncový bod zadávaný v polárních souřadnicích:

N... G1 AP=... RP=... F... ;definice polohy při G90 nebo G91



Obr. 10 Polární souřadnice

Tab. 12 Vysvětlení instrukcí

Název	Význam
N	Číslo vedlejšího bloku
G1	Lineární interpolace
X	Koncový bod v kartézských souřadnicích
Z	Koncový bod v kartézských souřadnicích
AP=	Koncový bod v polárních souřadnicích (polární úhel)
RP=	Koncový bod v polárních souřadnicích (polární poloměr)
F	Rychlost posuvu
AC=	Absolutní zadávání (účinnost pouze v jednom bloku)
IC=	Inkrementální zadávání (účinnost pouze v jednom bloku)

2.8.1.2. Odběr třísky - CYCLE95

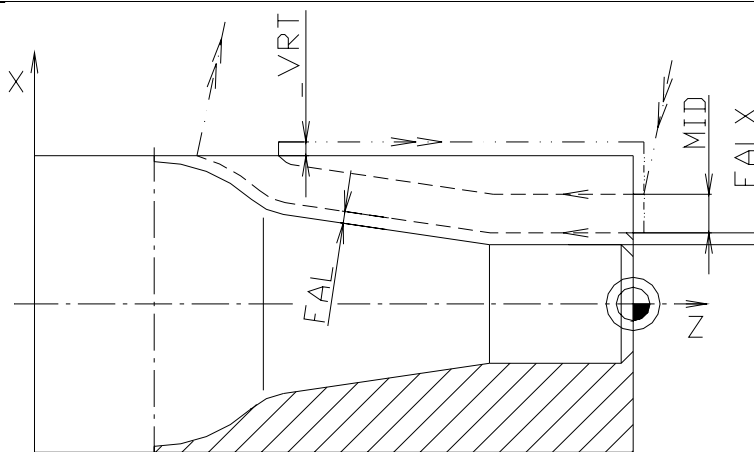
Cyklus "Odběr třísky" umožňuje obrábění podélným i příčným soustružením, válcových a kuželových ploch (i tvarových ploch). Tvar kontury uložený v podprogramu je tvořen funkcemi G0 a G1 (pro tvarové plochy i funkce např. G2, G3). Při programování je rovněž možno využít funkcí pro zaoblení/zkosení.

Obecný zápis bloku:

CYCLE95 (NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM, _VRT)

Tab. 13 Vysvětlení instrukcí cyklu - Odběr třísky

Název	Význam
NPP	Název podprogramu kontury
MID	Šířka záběru (zadávat bez znaménka)
FALZ	Přídavek na dokončení v ose Z (zadávat bez znaménka)
FALX	Přídavek na dokončení v ose X (zadávat bez znaménka)
FAL	Přídavek na dokončení podle kontury (zadávat bez znaménka)
FF1	Posuv pro hrubování bez podříznutí
FF2	Posuv pro zanoření do elementů podříznutí
FF3	Posuv pro dokončování
VARI	Způsob opracování (1 ÷ 12)
DT	Časová prodleva za účelem zlomení třísky při hrubování
DAM	Délka dráhy, po které se přeruší každý hrubovací záběr za účelem zlomení třísky
_VRT	Dráhu oddálení nástroje od kontury při hrubování zadávat inkrementálně bez znaménka



Obr. 11 Grafické znázornění instrukcí cyklu - Odběr třísky

Tab. 14 Způsob opracování (instrukce VARI)

Hodnota	Podélné Čelní	Vnější Vnitřní	Hrubování Dokončování Kompletní obrobení
1	P	vnější	hrubování
2	Č	vnější	hrubování
3	P	vnitřní	hrubování
4	Č	vnitřní	hrubování
5	P	vnější	dokončování
6	Č	vnější	dokončování
7	P	vnitřní	dokončování
8	Č	vnitřní	dokončování
9	P	vnější	kompletní obrobení
10	Č	vnější	kompletní obrobení
11	P	vnitřní	kompletní obrobení
12	Č	vnitřní	kompletní obrobení

2.8.2. Soustružení tvarových ploch (kruhová interpolace)

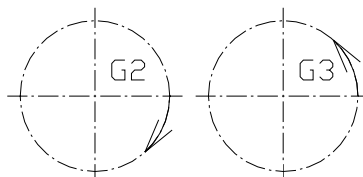
Při obrábění většiny součástí nelze vystačit s lineární interpolací. Soustružení kulových ploch, větších rádiusů nebo zaoblení se většinou provádí kruhovou interpolací. Vzhledem k různým způsobům kótování technických výkresů umožňuje ŘS několik možností programování.

Tab. 15 Funkce kruhové interpolace

Název	Význam
G2	Pojezd po kruhové dráze ve směru hodinových ručiček
G3	Pojezd po kruhové dráze proti směru hodinových ručiček
CIP	Kruhová interpolace s mezilehlým bodem
CT	Kružnice s tangenciálním přechodem

Tab. 16 Vysvětlení instrukcí

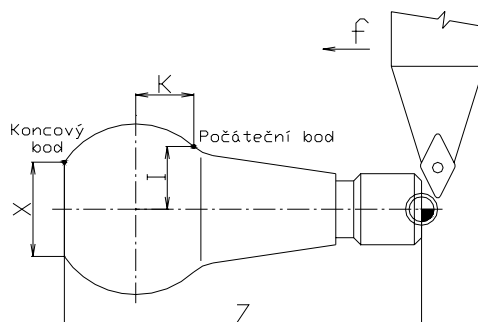
Název	Význam
X Z	Koncový bod v kartézských souřadnicích
I K	Střed kružnice v kartézských souřadnicích
AP=	Koncový bod v polárních souřadnicích, zde polární úhel
RP=	Koncový bod v polárních souřadnicích, zde polární poloměr podle poloměru kružnice
CR=	Poloměr kružnice
AR=	Úhel otevření
I1= K1=	Mezilehlý bod v kartézských souřadnicích



Obr. 12 Kruhová interpolace

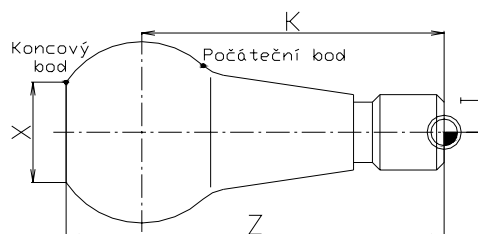
Možnosti programování kruhové interpolace:

př.1: N100 G3 X25.43 Z-100 I=-17.58 K=-15.9 F0.1



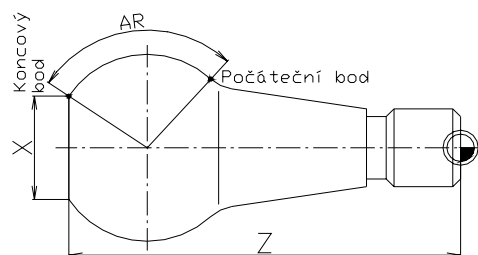
Obr. 13 Koncový bod zadáván absolutně, střed inkrementálně (při G90)

př.2: N100 G3 X25.43 Z-100 I=AC (0) K=AC (-80) F0.1



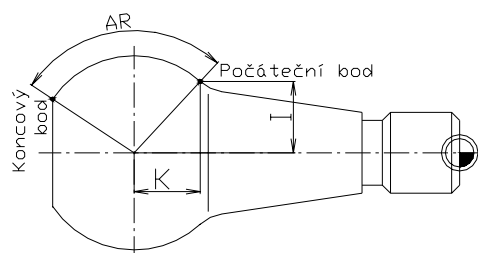
Obr. 14 Koncový bod kružnice i střed absolutně (při G90)

př.3: N100 G3 X25.43 Z-100 AR=99.68 F0.1



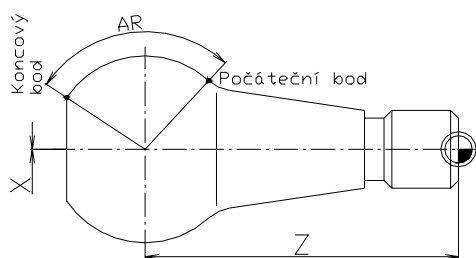
Obr. 15 Koncový bod kružnice absolutně a vrcholový úhel (při G90)

př.4: N100 G3 I=-17.58 K=-15.9 AR=99.68 F0.1



Obr. 16 Střed kružnice inkrementálně a vrcholový úhel (při G90 i G91)

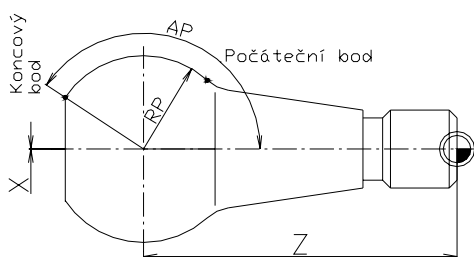
př.5: N100 G3 I=AC(0) K=AC(-76) AR=99.68 F0.1



Obr. 17 Střed kružnice absolutně a vrcholový úhel (při G90 i G91)

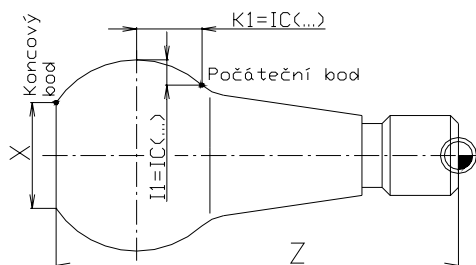
př.6: N100 G111 X0 Z-80

N110 G3 RP=23.7 AP=147.55 F0.1



Obr. 18 Programování pomocí polárních souřadnic (při G90)

př.7: N100 CIP X25.43 Z-100 I1=IC(6.12) K1=KC(-15.9) F0.1



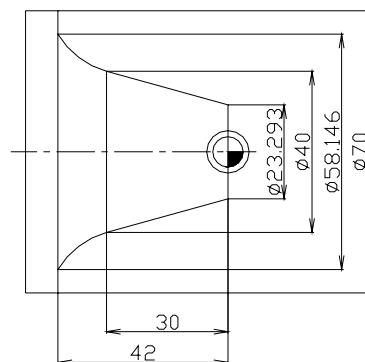
Obr. 19 Programování pomocí CIP (při G90)

př.8: N100 G1 X23.293 Z0 F0.2

N110 X40 Z-30

N120 CT X58.146 Z-42

N130 G1 X70



Obr. 20 Programování pomocí CT

Výše uvedené příklady ukazují jen některé ze způsobů, jak je možno přizpůsobit programování aktuálnímu zakótování technického

výkresu. Tyto různé způsoby definování tvaru kruhového oblouku jsou využitelné při konvenčním programování i při definování kontury pro obráběcí cyklus CYCLE95.

2.8.3. Soustružení zápichů, drážek a upichování

2.8.3.1. Konvenční programování

Při konvenčním soustružení jednoduchých drážek a zápichů normalizovaných i nenormalizovaných tvarů se využívá lineární případně kruhová interpolace. Výrazného zkrácení programu lze však dosáhnout využitím zapichovacích cyklů.

2.8.3.2. Zapichovací cyklus - CYCLE93

Programování některých zápichů nenormalizovaných tvarů je možno zjednodušit využitím cyklu. Zapichovací cyklus CYCLE93 umožňuje výrobu zápichů na vnitřních i vnějších válcových nebo kuželových plochách. Definováním parametrů je možno zhotovit symetrické i nesymetrické zápichy podélným nebo příčným soustružením.

Sled operací při zapichování je určen automaticky podle tvaru zápichu a rozměrů nástroje. Před spuštěním cyklu je však nutno aktivovat "dvoubřítý" nástroj. Šířka odebírané třísky je rozdělena rovnoměrně a obrábění probíhá směrem ke dnu zápichu. Každý záběr je rozdělen na úseky podle definované velikosti přísuvu. Po vykonání jednoho přísuvu následuje pohyb zpět o 1mm. Dojde k oddělení třísky (zlomení) a nástroj opět pokračuje do řezu.

Pohyb nástroje do řezu je realizován pracovním posuvem. Rychlost zpětného pohybu je určena nastavenou hodnotou (proměnnou) stroje. Pokud jsou stěny definovaného zápichu výrazně zkoseny, probíhá obrábění boků na více záběrů. Dno zápichu je nakonec dokončováno pohybem nástroje směrem od okraje ke středu zápichu.

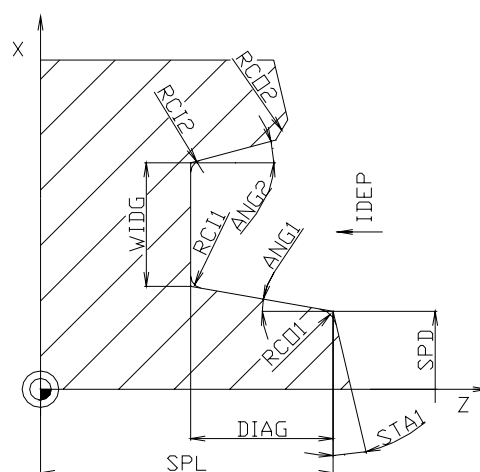
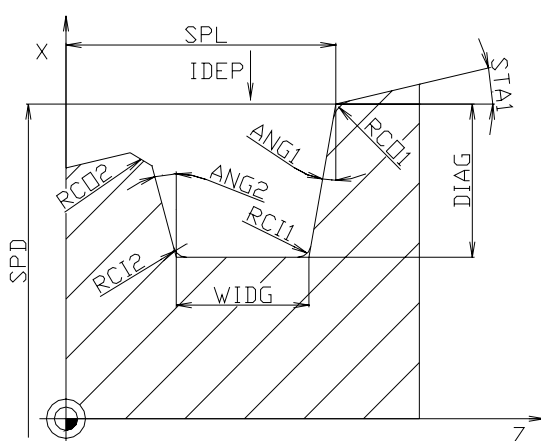
Před provedením cyklu se aktivuje automatická kontrola tvaru kontury. Jsou-li nastavené nesprávné nebo nesmyslné parametry, např. příliš velké sražení na dně zápichu, je provádění cyklu zastaveno s vypsaním alarmu.

Obecný zápis bloku:

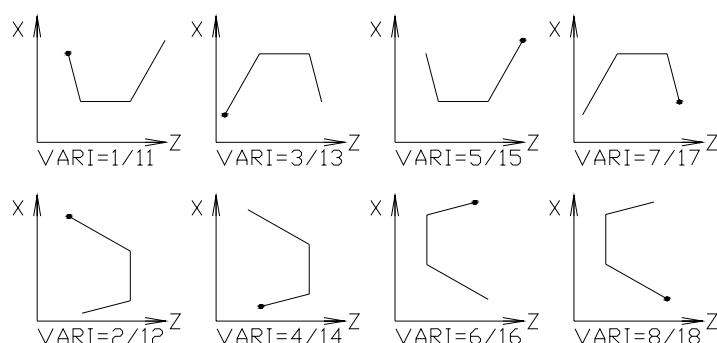
CYCLE93 (SPD, SPL, WIDG, DIAG, STA1, ANG1, ANG2, RCO1, RCO2, RCI1, RCI2, FAL1, FAL2, IDEP, DTB, VARI)

Tab. 17 Vysvětlení instrukcí zapichovacího cyklu

Název	Význam
SPD	Počáteční bod v ose X (zadávat bez znaménka)
SPL	Počáteční bod v ose Z
WIDG	Šířka zápichu (zadávat bez znaménka)
DIAG	Hloubka zápichu (zadávat bez znaménka)
STA1	Úhel mezi konturou a podélnou osou ($0^\circ \leq \text{STA1} \leq 180^\circ$)
ANG1	Vrcholový úhel 1: na straně zápichu, která je určena počátečním bodem (zadávat bez znaménka) ($0^\circ \leq \text{ANG1} \leq 89.999^\circ$)
ANG2	Vrcholový úhel 2: na druhé straně (zadávat bez znaménka) ($0^\circ \leq \text{ANG1} \leq 89.999^\circ$)
RCO1	Zaoblení(+)/sražení(-) 1, vnější: na straně určené počátečním bodem
RCO2	Zaoblení(+)/sražení(-) 2, vnější
RCI1	Zaoblení(+)/sražení(-) 1, vnitřní: na straně počátečního bodu
RCI2	Zaoblení(+)/sražení(-) 2, vnitřní
FAL1	Přídavek na dokončení na dně zápichu
FAL2	Přídavek na dokončení na bocích
IDEP	Velikost přísuvu (zadávat bez znaménka)
DTB	Časová prodleva na dně zápichu
VARI	Způsob opracování 1 ÷ 8 : CHF - sražení konturového rohu (délka sražení), 11 ÷ 18 : CHR - sražení konturového rohu (délka sražení ve směru pohybu)



Obr. 21 Grafické znázornění instrukcí zapichovacího cyklu



Obr. 22 Způsob opracování zápichu (instrukce VARI)

2.8.3.3. Odlehčovací zápichy - CYCLE94

Odlehčovací zápichy mají normou přesně definované rozměry. Cyklus umožňuje výrobu odlehčovacích zápichů tvaru E a F podle normy DIN509. Při programování se definuje pouze pozice zápichu na válcové ploše součásti o min. $\phi 3$ mm a označení tvaru zápichu. Počáteční bod je volen automaticky 2 mm od konečného průměru a 10 mm od konečného rozměru v podélné ose. Do tohoto bodu je nástroj přemísťován rychloposuvem, a proto je nutno volit předcházející bod tak, aby nedošlo ke kolizi.

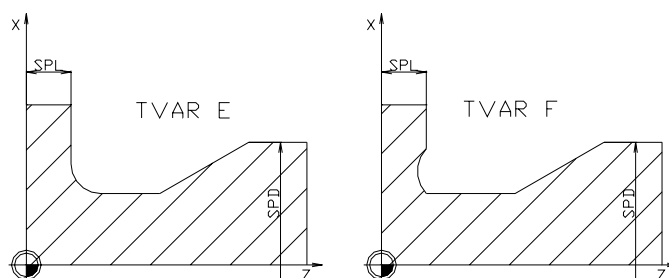
Automatickým kontrolováním tvaru kontury s tvarem nástroje jsou hlídány kolizní stavy a pokud nástroj neumožňuje obrobení požadovaného tvaru zápichu, je cyklus přerušen a následuje výpis alarmu (hlášení o chybě).

Obecný zápis bloku:

CYCLE94 (SPD, SPL, FORM)

Tab. 18 Vysvětlení instrukcí cyklu - Odlehčovací zápichy

Název	Význam
SPD	Počáteční bod v lící ose (zadávat bez znaménka)
SPL	Počáteční bod kontury v podélné ose (zadávat bez znaménka)
FORM	Definice tvaru zápichu (E nebo F)



Obr. 23 Grafické znázornění instrukcí cyklu - Odlehčovací zápichy

2.8.3.4. Odlehčovací zápichy závitů - CYCLE96

Pomocí tohoto cyklu je možno vytvářet odlehčovací zápichy metrických závitů definovaných normou ISO. Tvary a rozměry zápichů A, B, C a D vychází z normy DIN76. Při programování se definuje pouze poloha koncového bodu zápichu na ose Z, velký průměr závitů a požadovaný tvar. Označení zápichu rovněž určuje, zda se jedná o zápich na vnitřní nebo vnější válcové ploše.

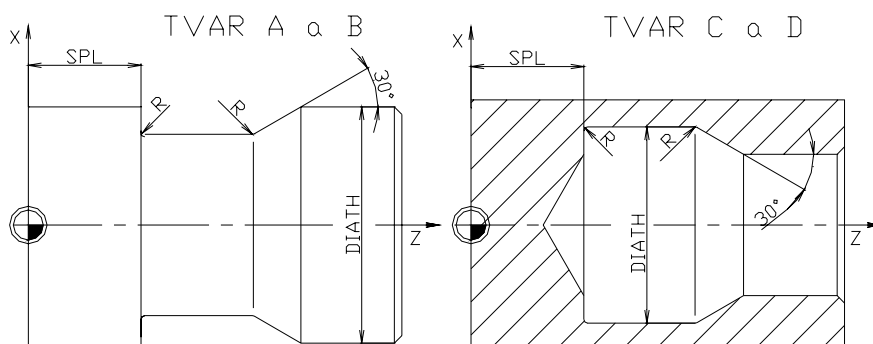
Obrábění i volba počátečního bodu zápichu probíhá automaticky. Do počátečního bodu je nájezd nástroje realizován rychloposuvem z libovolné pozice, která nezpůsobí kolizi.

Obecný zápis bloku:

CYCLE96 (DIATH, SPL, FORM)

Tab. 19 Vysvětlení instrukcí cyklu - Odlehčovací zápichy závitů

Název	Význam
DIATH	Velký průměr závitů
SPL	Počáteční bod kontury v podélné ose
FORM	Definice tvaru (A, B, C nebo D)



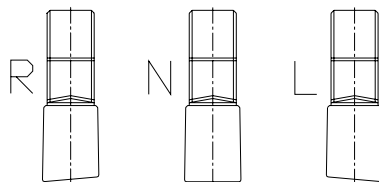
Obr. 24 Grafické znázornění instrukcí cyklu - Odlehčovací zápichy závitů

2.8.3.5. Upichování

Při výrobě součástí z tyčového materiálu je důležité efektivně oddělovat jednotlivé obrobky. Pro upichování není k dispozici žádný cyklus a z tohoto důvodu se provádí lineární interpolací. Pohyb řezného nástroje má směr kolmý k ose rotace obrobku. Řez je veden do středu

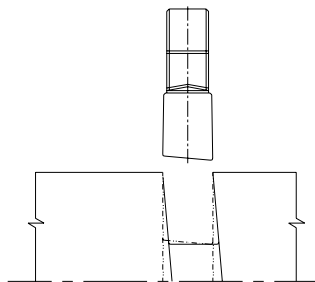
obrobku, a proto je vhodné programovat konstantní řeznou rychlost a maximální povolenou hodnotu otáček.

Nástroje určené pro upichování je možno dělit podle úhlu nastavení řezného břitu (obr.25). Neutrální destička označovaná písmenem N má úhel nastavení hlavního ostří kolmý ke směru pohybu. Pravostranné (P) a levostranné (L) destičky mají řezný břit skloněný ke směru posuvu o několik stupňů (5°).



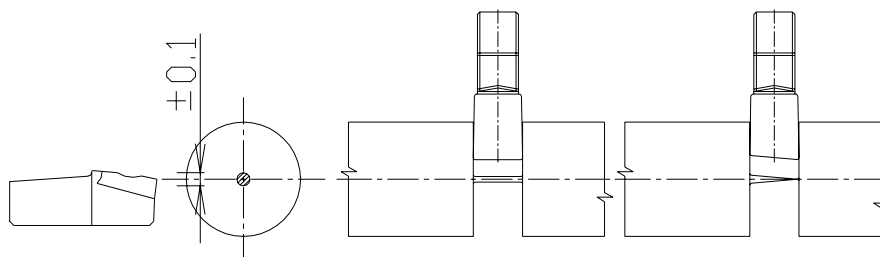
Obr. 25 Sklon hlavního ostří upichovacích nožů

Nástroje s neutrálním ostřím dosahují nejlepší kolmosti řezu (obr.26). Formování třísky je plynulé a otřepy jsou menší. Životnost nástroje je oproti pravostranným a levostranným destičkám vyšší. Nevýhodou je však zakončení řezu. Vzhledem k zůstávajícímu výčnělku je vhodné použít nástroje s pravostranným nebo levostranným nastavením úhlu hlavního ostří a snížit hodnotu posuvu při dořezávání až o 25%. Pro snížení vibrací je rovněž vhodné snížení řezné rychlosti.



Obr. 26 Vychýlení nástroje z kolmého směru vlivem šikmého ostří

Pro dosažení dobrého výsledku při obrábění smí nepřesnost nastavení činit maximálně ± 0.1 mm (obr.27). Je-li břit příliš pod osou rotace obrobku, zůstane velký zbytkový výstupek. Mnohem nepříznivější situace však nastane při poloze břitu nad osu. Příliš malý úhel hřbetu znamená, že je břit tlačěn na obrobek a v nejhorším případě může nastat zlomení břitu.



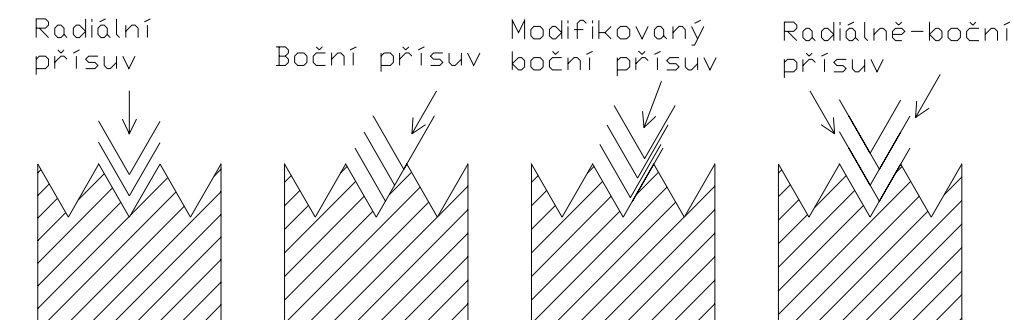
Obr. 27 Příčina vzniku výčnělku a jeho tvar

2.8.4. Soustružení závitů

2.8.4.1. Konvenční programování výroby závitů (funkce G33)

Řezání závitů s konstantním stoupáním umožňuje přípravná funkce G33. Je možno vyrábět válcové, kuželové nebo čelní závitů jednochodé i vícechodé. Soustružnický nůž se při obrábění pohybuje po lineární dráze a na základě předepsané velikosti řezné rychlosti a stoupání závitu je automaticky stanovena rychlost posuvu. Jeden blok řezání závitu umožňuje úběr třísky nastavené hloubky (šířka záběru je dána polohou špičky nástroje vzhledem k obrobku). Protože většinu závitů není možno vyrobit na jeden úběr (jeden průchod nástroje), je nutno dalšími bloky přemístit nástroj a proces opakovat.

Přísuv do řezu je možno realizovat různými způsoby. Každá z možností je vhodná pro jiné řezné podmínky a pro jiné materiály obrobku. Při programování funkce G33 je nutno stanovit souřadnice počátečního bodu závitu nájezdem nástroje do tohoto bodu. Pro každý další záběr je pak nutno znovu vypočítat počáteční polohu nástroje.



Obr. 28 Způsoby přísuvu nástroje při výrobě závitů

Velice rozšířený způsob zvláště u konvenčního programování je tzv. radiální přísuv (obr.28). Tento způsob výroby je vhodný pro soustružení jemných závitů v materiálech, které se obráběním vytvrzují. Směr přísuvu nástroje do řezu je kolmý k ose rotace obrobku a profil odebírané třísky má tvar písmene V. Opotřebení břitů je na obou stranách destičky stejně velké.

Boční přísuv (obr.28) je možno provádět pod různými úhly. Zvláště výhodné je použít tzv. modifikovaný boční přísuv. Nástroj se do řezu pohybuje pod úhlem profilu, který je zmenšen o úhel hřbetu nástroje. Odebírání třísky je plynulejší a proces se více podobá klasickému soustružení. Výhodný je i menší vývin tepla. Snižuje se náchylnost k vibracím obrobku. Nevýhodou je nerovnoměrné zatížení břitů.

Radiálně-boční přísuv (obr.28) je vhodný zvláště při soustružení závitů s velkými profily. Odebírání třísky se provádí střídavě na jedné a druhé straně profilu. Dosahuje se rovnoměrného opotřebení destičky.

Programový zápis funkce G33:

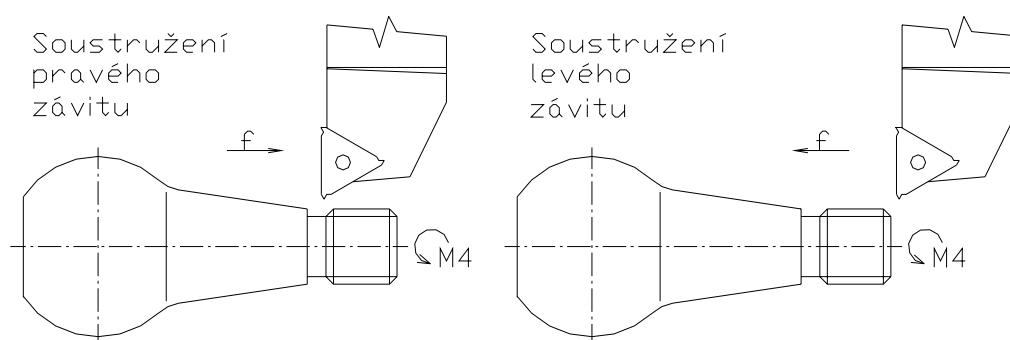
Válcový závit:	N... G33 Z... K... SF=...
Kuželový závit < 45°:	N... G33 X... Z... K... SF=...
Kuželový závit > 45°:	N... G33 X... Z... I... SF=...
Kuželový závit = 45°:	N... G33 X... Z... I... SF=...
nebo	N... G33 X... Z... K... SF=...
Čelní závit:	N... G33 X... I... SF=...

Tab. 20 Vysvětlení instrukcí přípravné funkce G33

Název	Význam
X	Souřadnice koncového bod v kartézských souřadnicích
Z	Souřadnice koncového bod v kartézských souřadnicích
I	Stoupání závitu (0.001 ÷ 2000.00 mm/otáčka)
K	Stoupání závitu (0.001 ÷ 2000.00 mm/otáčka)
SF=	Přemístění počátečního bodu - zadává se pouze u vícechodých závitů (rozsah zadávaných hodnot 0.0000 ÷ 359.999)

Stoupání závitu obráběné součásti je možno volit libovolně v rozsahu hodnot $0.001 \div 2000.00$ mm/ot. Lze tak vyrobit např. speciální šroub s maticí, který je problematické vyrobit na konvenčním soustruhu.

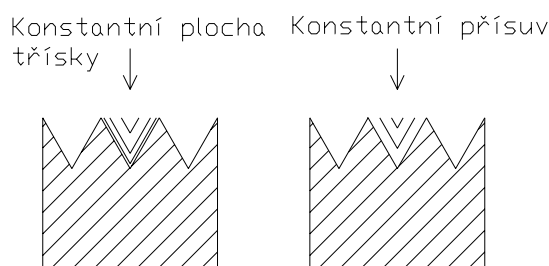
Směr šroubovice závitu závisí na počátečním a koncovém bodu obrábění. Směr otáčení vřetene je definován podle polohy nástroje vzhledem k obrobku. Při obrábění na SPN12 CNC je pravý závit obráběn za pohybu nástroje zleva doprava. Výroba levého závitu vyžaduje pohyb zprava doleva, ale směr otáčení vřetene zůstává stejný (funkce M4).



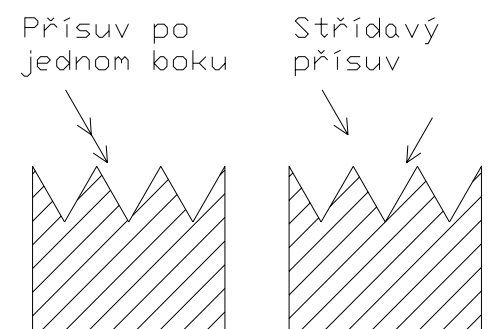
Obr. 29 Směr šroubovice vyráběného závitu

2.8.4.2. Cyklus řezání závitů - CYCLE97

Programování výroby závitů funkcí G33 je zdlouhavé. Využitím cyklu CYCLE97 je možno programování zjednodušit a zpřehlednit. Cyklus řezání závitů umožňuje soustružení závitů s konstantním stoupáním na válcových, kuželových i čelních plochách. Obrábění probíhá podélným nebo čelním způsobem. Výroba jednoho chodu závitu je cyklem rozdělena do více záběrů a je možno definovat technologii opracování s konstantním přísuvem nebo konstantní plochou řezu. Rovněž je možno zadat úhel přísuvu nástroje do řezu.



Obr. 30 Způsoby opracování (instrukce VARI)



Obr. 31 Způsoby přísuvu (instrukce IANG)

Po dokončení první drážky se obrábí další chody závitu. Směr šroubovice je definován volbou počátečního a koncového bodu obrábění závitu. Nástroj musí mít před začátkem obrábění závitu polohu, která nezpůsobí kolizi při automatickém najíždění rychloposuvem ke kontuře.

Obecný zápis bloku:

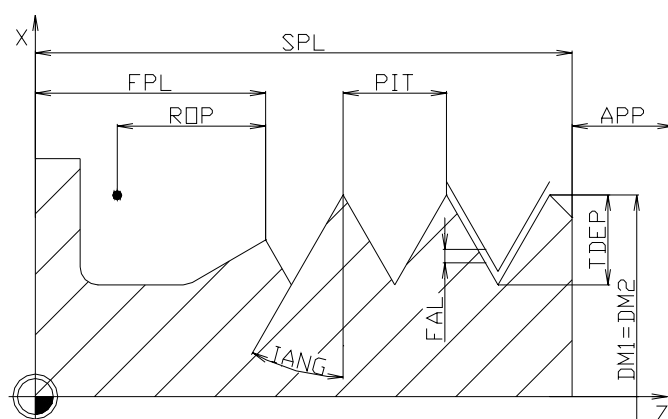
CYCLE97 (PIT, MPIT, SPL, FPL, DM1, DM2, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, VARI, NUMT)

Tab. 21 Vysvětlení instrukcí cyklu - Řezání závitů

Název	Význam
PIT	Stoupání závitu jako hodnota (zadávat bez znaménka)
MPIT	Stoupání závitu jako velikost závitu ($M3 \div M60 \Rightarrow 3 \div 60$)
SPL	Počáteční bod závitu v ose Z
FPL	Koncový bod závitu v ose Z
DM1	Průměr závitu v počátečním bodu
DM2	Průměr závitu v koncovém bodu
APP	Dráha vstupu (zadávat bez znaménka)
ROP	Dráha výstupu (zadávat bez znaménka)
TDEP	Hloubka závitu (zadávat bez znaménka)
FAL	Přídavek na dokončení (zadávat bez znaménka)
IANC	Úhel přísuvu "+" boční přísuv po jednom boku "-" boční přísuv střídavě na jednom i druhém boku
NSP	Přemístění počátečního bodu pro první chod závitu (zadávat bez znaménka)
NRC	Počet hrubovacích záběrů (zadávat bez znaménka)
NID	Počet průchodů bez záběru (zadávat bez znaménka)
VARI	Určení způsobu opracování závitu ($1 \div 4$)
NUMT	Počet chodů závitu (zadávat bez znaménka)

Tab. 22 Způsoby opracování (instrukce VARI)

Hodnota	Vnější Vnitřní	Konstantní přířuv Konstantní průřez třísky
1	vnější	konstantní přířuv
2	vnitřní	konstantní přířuv
3	vnější	konstantní průřez třísky
4	vnitřní	konstantní průřez třísky



Obr. 32 Grafické znázornění instrukcí cyklu - Řezání závitů

Cyklus umožňuje vyrábět závit s konstantním stoupáním. Velikost stoupání může být zadána číslem s přesností na více desetinných míst, než je obvyklé. Rovněž při výrobě vícechodých závitů lze jednotlivé drážky pootočit o libovolný úhel. Např. dvouchodý závit s posunutím druhého chodu o úhel 173° místo obvyklých 180°. Oba uvedené způsoby zaručují obtížnou vyrobiteľnosť na konvenčných soustružích. Takto lze zabránit vzájemné zaměnitelnosti různých druhů součástí a dá se částečně zaručit používání např. náhradních dílů od jednoho dodavatele.

2.8.4.3. Cyklus řetězení závitů - CYCLE98

Navazující závit o různých velikostech stoupání je možno vyrábět pomocí cyklu CYCLE98. Závit mohou navazovat na válcových, kuželových i čelních plochách a obrábí se podélným nebo čelním soustružením.

Obecný zápis bloku:

CYCLE98 (PO1, DM1, PO2, DM2, PO3, DM3, PO4, DM4, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, PP1, PP2, PP3, VARI, NUMT)

Tab. 23 Vysvětlení instrukcí cyklu - Řetězení závitů

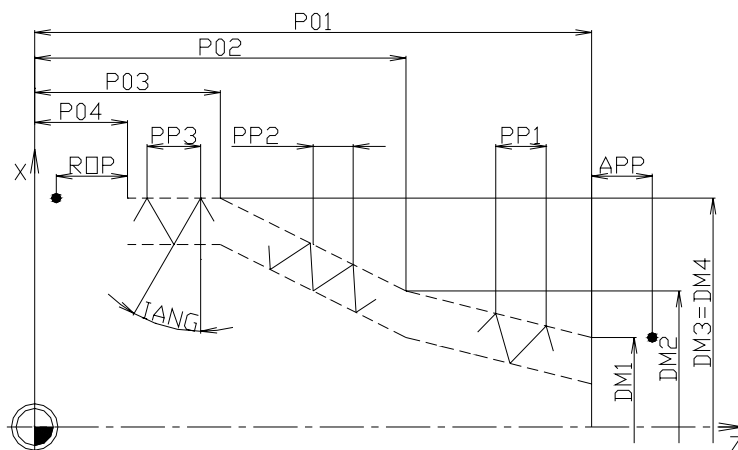
Název	Význam
PO1	Počáteční bod závitu v ose Z
DM1	Průměr závitu v počátečním bodě
PO2	První mezilehlý bod v ose Z
DM2	Průměr v prvním mezilehlém bodě
PO3	Druhý mezilehlý bod
DM3	Průměr v druhém mezilehlém bodě
PO4	Koncový bod závitu v ose Z
DM4	Průměr v koncovém bodě
APP	Dráha vstupu (zadávat bez znaménka)
ROP	Dráha výstupu (zadávat bez znaménka)
TDEP	Hloubka závitu (zadávat bez znaménka)
FAL	Přídavek na dokončení (zadávat bez znaménka)
IANG	Úhel přísluvu "+" boční přísluv po jednom boku "-" boční přísluv střídavě na jednom i druhém boku
NSP	Přemístění počátečního bodu pro první chod závitu (zadávat bez znaménka)
NRC	Počet hrubovacích záběrů (zadávat bez znaménka)
NID	Počet průchodů bez řezu (zadávat bez znaménka)

Tab. 23 Vysvětlení instrukcí cyklu - Řetězení závitů - pokračování

Název	Význam
PP1	Stoupání závitu 1 jako hodnota (zadávat bez znaménka)
PP2	Stoupání závitu 2 jako hodnota (zadávat bez znaménka)
PP3	Stoupání závitu 3 jako hodnota (zadávat bez znaménka)
VARI	Určení způsobu opracování závitu ($1 \div 4$)
NUMT	Počet chodů závitu (zadávat bez znaménka)

Tab. 24 Způsoby opracování (instrukce VARI)

Hodnota	Vnější Vnitřní	Konstantní přísluv Konstantní průřez třísky
1	vnější	konstantní přísluv
2	vnitřní	konstantní přísluv
3	vnější	konstantní průřez třísky
4	vnitřní	konstantní průřez třísky



Obr. 33 Grafické znázornění instrukcí cyklu - Řetězení závitů

2.8.4.4. Problematika soustružení závitů

Při obrábění závitů jsou nejkritičtější místa vstup nástroje do řezu a jeho výstup. Vzhledem k velkému náporu na nástroj je nebezpečí, že dojde k vychýlení břitové destičky a nástroj může způsobit vyříznutí závitu mimo stanovené tolerance. Těmto místům je nutno přizpůsobit řezné podmínky. V průběhu vlastního soustružení je působení řezných sil poměrně stálé.

Při obrábění je mnohdy vhodné vyhnout se malým hloubkám řezu. U některých materiálů totiž může docházet k výraznému vytvrzování povrchové vrstvy. Dalším záběrem je odebírána vytvrzená vrstva a podmínky obrábění jsou obtížnější. Z tohoto důvodu je nutné opatrně volit počet průchodů nástroje bez záběru (nulový přírůstek v ose X). Příliš malý počet průchodů je rovněž nebezpečný. Může dojít ke zlomení hrotu nebo vlivem vysoké teploty a tlaku k jeho plastické deformaci.

2.8.5. Soustružení zaoblení a sražení hran

U většiny vyráběných součástí je zapotřebí provést sražení nebo zaoblení hran. Konvenčním programováním je nutno psát samostatné bloky. Lineární interpolací v samostatném bloku lze vytvořit sražení a kruhovou interpolací zaoblení. Pro zjednodušení a zkrácení programů byl programový blok rozšířen. Popisuje se kontura (úsek) bez zaoblení /

sražení a blok se doplní informací o velikosti rádiusu / sražení, kterým se má navázat na následující plochu.

Tab. 25 Popis instrukcí

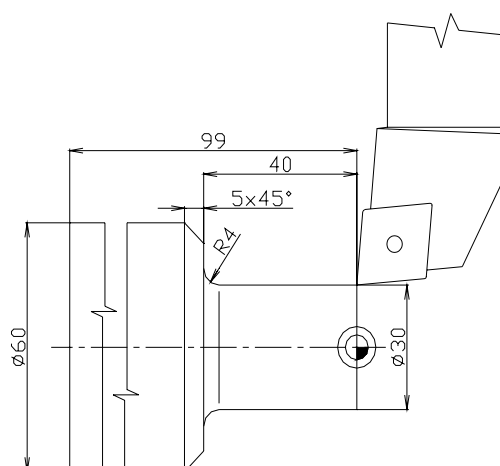
Název	Význam
CHF=	Sražení konturového rohu (délka sražení)
CHR=	Sražení konturového rohu (délka sražení ve směru pohybu)
RND=	Zaoblení konturového rohu (poloměr zaoblení)
RNDM=	Modální zaoblení (poloměr zaoblení; stejné zaoblení více konturových rohů následujících za sebou)
FRC=	Posuv po blocích pro stažení/zaoblení
FRCM=	Modální posuv pro sražení/zaoblení

Programový zápis s využitím funkcí zaoblení / sražení:

N90 G1 X30 Z0 F0.2

N100 Z-40 RND=4

N110 X60 CHR=5

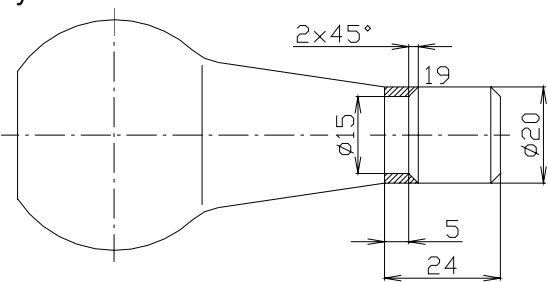


Obr. 34 Sražení a zaoblení

3. Zpracování CNC programů pro dané aplikace

3.1. Program součásti Čep

Řídicí program pro součást Čep:

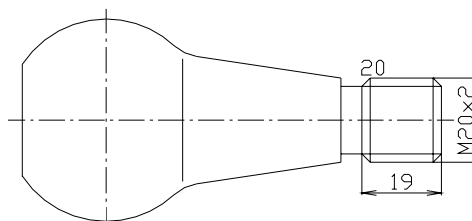
CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_CEP_MPF	název souboru (programu) CEP.MPF
;\$PATH=/_N_MPF_DIR	cesta uložení souboru
N10 MSG ("CEP")	textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
N20 G57	posunutí nulového bodu
N30 G90 G18	absolutního programování, volba roviny obrábění XZ
N40 G95	nastavení posuvu [mm]
N50 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N60 H3 T3 D1	výměna nástroje - soustružnický nůž $\kappa_r = 93^\circ$
N70 G0 X50 Z2	nájezd nástroje na $\phi 50$, 2mm před čelo
N80 G96 S170 M4 M8	konst. řezná rychlost, start vřetene CCW, zap. chlazení
N90 CYCLE 95 ("CEPA", 2, , , 0.5, 0.25, 0.1, 0.2, 1, , , 0.5)	hrubování části tvaru součásti cyklem CYCLE 95
N100 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N110 H1 T1 D1	výměna nástroje - soustružnický nůž $\kappa_r = 72^\circ 30'$
N120 G0 X55 Z-102	nájezd nástroje ke kontuře
N130 G96 S160	změna nastavení konstantní řezné rychlosti
N140 CYCLE 95 ("CEPB", 2, , , 0.5, 0.25, 0.1, 0.2, 1, , , 0.5)	hrubování části tvaru součásti cyklem CYCLE 95
N145 G0 X50	odjezd nástroje rychloposuvem od kontury
N150 Z2	změna polohy nástroje rychloposuvem
N160 CYCLE 95 ("CEPC", 2, , , 0.5, 0.25, 0.1, 0.1, 5, , , 0.5)	dokončování tvaru součásti cyklem CYCLE 95
N170 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N180 H2 T2 D1	výměna nástroje - zapichovací nůž
N190 G0 X22 Z-16	nájezd nástroje k obrobku
N200 G96 S100	změna nastavení konstantní řezné rychlosti
N205 G1 X21 F0.1	změna polohy nástroje a definice posuvu
N210 CYCLE 93 (20, -24, 5, 2, 0, 0, 45, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 11)	zapichovací cyklus
	Body 19 
N220 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N230 H4 T4 D4	výměna nástroje - závitový nůž
N240 G0 X20 Z-20	nájezd nástroje k obrobku
N250 G96 S50	změna nastavení konstantní řezné rychlosti

N260 CYCLE 97 (2, , -19, 0, 20, 20, 1.5, 2, 1.227, 0, 30, 0, 8, 4, 3, 1)

cyklus řezání závitu

Body

20



N270 G0 X140 Z1

N280 M30

nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
konec programu

Podprogram ČepA pro součást Čep:

CNC program:

%_N_CEP_A_SPF
;\$PATH=/_N_SPF_DIR
N10 MSG ("CEPA")
N20 G18 G90 DIAMON

Popis úseku operace:

název souboru (programu) CEPA.SPF
cesta uložení souboru
textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
volba roviny, programování absolutní průměrové

N30 G1 Z1 X14

N40 X20 Z-2

N50 Z-24

N60 X30.21 Z-58.85

N70 G2 X35.16 Z-64.10 CR=10

N80 G3 X47.4 Z-80 CR=23.7

N90 G1 Z-100.5

N100 G1 X50

N110 M17

Body

1

2

3

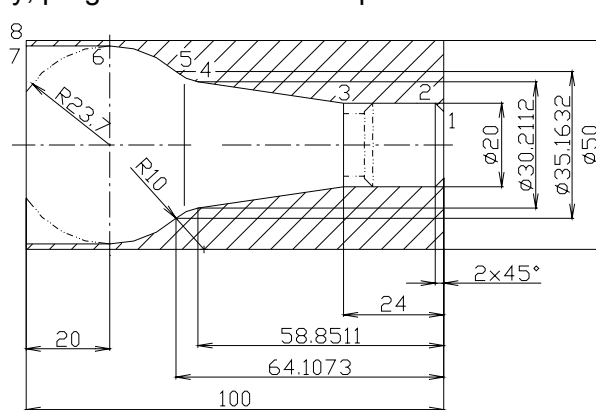
4

5

6

7

8



konec podprogramu a návrat do hlavního programu

Podprogram ČepB pro součást Čep:

CNC program:

%_N_CEP_B_SPF
;\$PATH=/_N_SPF_DIR
N10 MSG ("CEPB")
N20 G18 G90 DIAMON

Popis úseku operace:

název souboru (programu) CEPB.SPF
cesta uložení souboru
textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
volba roviny, programování absolutní průměrové

N30 G1 X25.432 Z-101

N40 Z-100

N50 G2 X47.4 Z-80 CR=23.7

N60 G1 Z-79

N70 M17

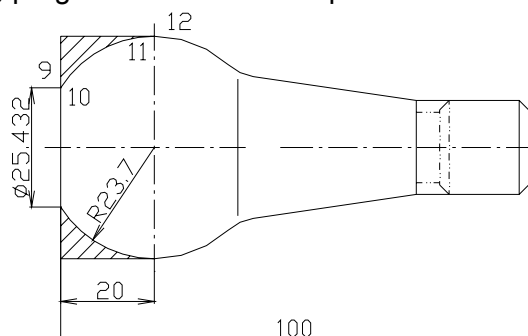
Body

9

10

11

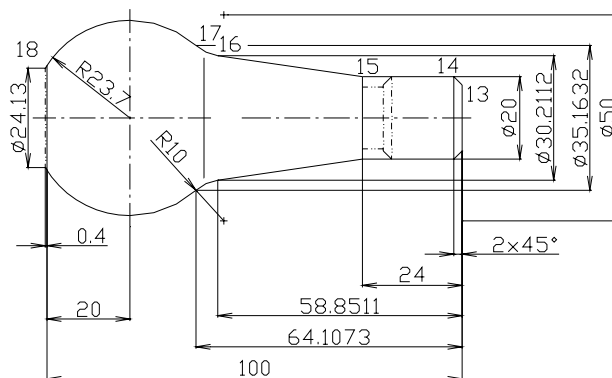
12



konec podprogramu a návrat do hlavního programu

Podprogram ČepC pro součást Čep:

CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_CEPC_SPF	název souboru (programu) CEPC.SPF
;\$PATH=/_N_SPF_DIR	cesta uložení souboru
N10 MSG ("CEPC")	textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
N20 G18 G90 DIAMON	volba roviny, programování absolutní průměrové
N30 G1 Z1 X14	Body 13
N40 X20 Z-2	14
N50 Z-24	15
N60 X30.2112 Z-58.8511	16
N70 G2 X35.16 Z-64.10 CR=10	17
N80 G3 X24.13 Z-100.5 CR=23.7	18
N90 M17	konec podprogramu a návrat do hlavního programu



3.2. Program součásti Kulový čep

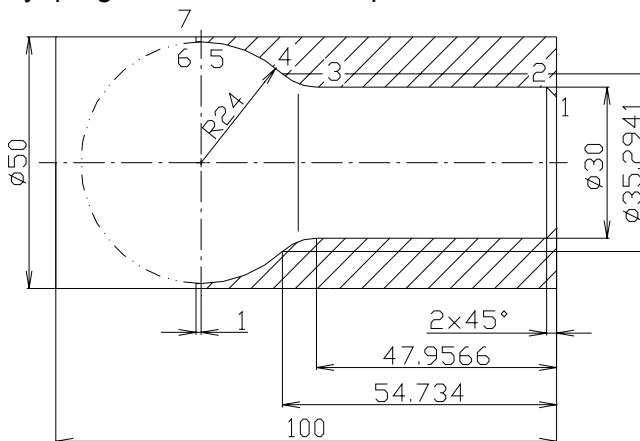
Řídicí program pro součást Kulový čep:

CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_KCEP_MPF	název souboru (programu) KCEP.MPF
;\$PATH=/_N_WKS_DIR/_N_KCEP_WPD	cesta uložení programu
;NASTAVENI	textová poznámka
N10 MSG ("KCEP")	textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
N20 G54	první posunutí nulového bodu
N30 G90 G18 G95	absolutního programování v rovině XZ, posuv [mm]
N40 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N50 H1 T1 D1	výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 95^\circ$
N60 G0 X50 Z2	nájezd na $\phi 50$, 2mm před čelo
N70 G96 S170 M4 M8	konst. řezná rychlost, start vřetene CCW, zap. chlazení
N80 CYCLE 95 ("KCEP1", 2, , , 0.5, 0.25, 0.1, 0.2, 1, , , 0.5)	soustružnický cyklus CYCLE 95
N90 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N100 H2 T2 D1	výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 93^\circ$
N110 G96 S180	změna konstantní řezné rychlosti
N120 G0 X50 Z2	nájezd na $\phi 50$, 2mm před čelo
N130 CYCLE 95 ("KCEP1", 2, , , 0.5, 0.25, 0.1, 0.2, 5, , , 0.5)	soustružnický cyklus CYCLE 95
N140 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N150 M5 M9 M0	zastavení vřetene, stop chlazení, stop programu
;PREPNOUT	textová poznámka
N160 H1 T1 D1	výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 95^\circ$
N170 G96 S170 M4 M8	konstantní řezná rychlost, otáčky vřetene CCW, chlazení
N180 LIMS=3000	omezení otáček na $n_{\max} = 3000 \text{ min}^{-1}$
N190 G55	druhé posunutí nulového bodu

N200 G0 X50 Z2	nájezd rychloposuvem k obrobku
N210 CYCLE 95 ("KCEP2", 2, , , 0.5, 0.25, 0.05, 0.2, 1, , , 0.5)	soustružnický cyklus CYCLE 95
N220 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N230 H2 T2 D1	výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 93^\circ$
N240 G96 S180	změna konstantní řezné rychlosti
N245 G0 X60 Z2	nájezd nástroje k obrobku
N250 CYCLE 95 ("KCEP2", 2, , , 0.5, 0.25, 0.05, 0.2, 5, , , 0.5)	soustružnický cyklus CYCLE 95
N260 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástrojů
N270 M30	konec programu

Podprogram KCEP1 pro součást Kulový čep:

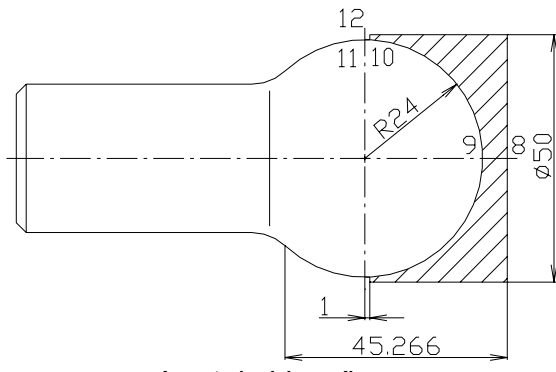
CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_KCEP1_SPF	název souboru (programu) KCEP1.SPF
;\$PATH=/_N_WKS_DIR/_N_KCEP_WPD	
N10 MSG ("KCEP1")	název programu (zobrazení na displeji)
N20 G18 G90 DIAMON	volba roviny, programování absolutní průměrové
N30 G1 Z1 X24	1
N40 X30 Z-2	2
N50 Z-47.9566	3
N60 G2 X35.2941 Z-54.734 CR=10	4
N70 G3 X48 Z-71 CR=24	5
N80 G1 Z-72	6
N90 X50	7
N100 M17	konec podprogramu a návrat do hlavního programu



Podprogram KCEP2 pro součást Kulový čep:

CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_KCEP2_SPF	název souboru (programu) KCEP2.SPF
;\$PATH=/_N_WKS_DIR/_N_KCEP_WPD	
N10 MSG ("KCEP2")	textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
N20 G18 G90 DIAMON	volba roviny, programování absolutní průměrové

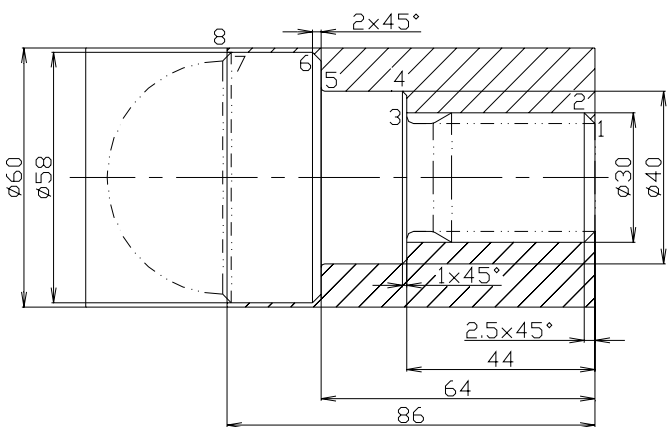
	Body	
N30 G1 Z1 X0	8	
N40 Z-5	9	
N50 G3 X48 Z-29 CR=24		
	10	
N60 G1 Z-30	11	
N70 X50	12	
N80 M17		konec podprogramu a návrat do hlavního programu



3.3. Program součásti Šroub s kulovou hlavou

Řídicí program pro součást Šroub s kulovou hlavou:

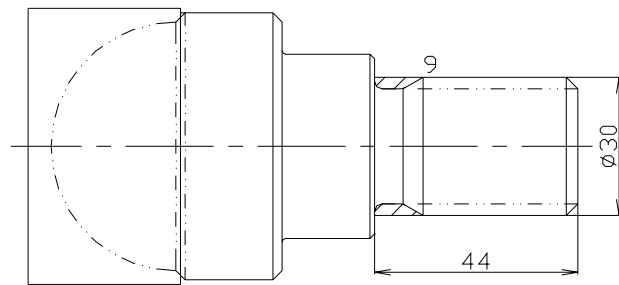
CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_SROUBSKH_MPF	název souboru (programu) SROUBSKH.MPF
DEF STRING[5] UPNAME	definice proměnné pro název kontury
N10 MSG ("SROUB")	textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
N20 G54	první posunutí nulového bodu
N30 G90 G18	absolutního programování, volba roviny obrábění
N40 G95	nastavení posuvu [mm]
N50 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje
N60 H1 T1 D1	výměna nástroje - hrubovací nůž levý $\kappa_r = 95^\circ$
N70 G0 X63 Z2	nájezd nástrojem k obrobku
N80 G96 S170 M4 M8	konst. řezná rychlost, start vřetene CCW, zapnout chlazení
N90 CYCLE 95 ("ZACATEK:KONEC", 2, , , 0.5, 0.1, 0.1, 0.2, 9, , , 0.5)	cyklus odběru třísky
ZACATEK:	začátek definování kontury
	Body
N100 G1 X23 Z1	1
N110 X30 Z-2.5	2
N120 Z-44	3
N130 X40 CHR=1	4
N140 Z-64	5
N150 X58 CHR=2	6
N160 Z-86	7
N170 X61	8
KONEC:	konec definování kontury
N180 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje
N190 H3 T3 D1	výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 93^\circ$
N200 G0 X31 Z-33	nájezd nástroje ke kontuře
N210 G96 S170	změna konstantní řezné rychlosti
N220 CYCLE96 (30, -44, "A")	cyklus Odlehčovací zápich závitů



N230 G0 X140 Z1
 N240 H4 T4 D1
 N250 G96 S50
 N260 G0 X32 Z1
 N270 CYCLE97 (3, , -34, 0, 30, 30, 3, 4, 1.8405, 0.05, 30, 0, 10, 4, 3, 1)

Body

9

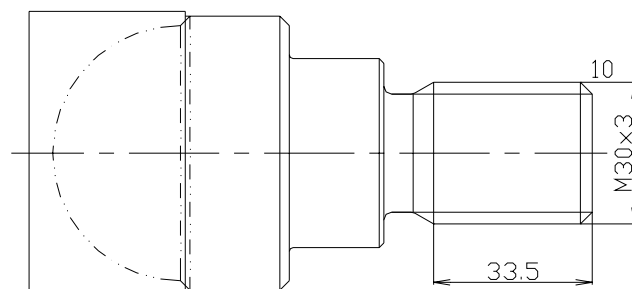


nájezd nástroje do bodu pro výměnu nástroje
 výměna nástroje - závitový nůž
 změna konstantní řezné rychlosti
 nájezd nástroje ke kontuře
 cyklus řezání závitů

N280 G0 X140 Z1
 N290 M5 M9 M0
 ;PREPNUTI OBROBKU
 N310 G55
 N320 G0 X60 Z2
 N330 G96 S170 M4 M8
 N340 LIMS=3000
 UPNAME="KOULE"
 N350 CYCLE95 (UPNAME, 2, , , 0.5, 0.3, 0.1, 0.2, 9, , , 0.5)

Body

10



N360 G0 X140 Z1
 N370 M30
 PROC KOULE

nájezd nástroje do bodu pro výměnu nástroje
 stop otáček a chlazení, programovaný stop programu
 textová poznámka
 druhé posunutí nulového bodu
 nájezd nástroje ke kontuře
 nastavení řezných podmínek a zapnutí chlazení
 stanovení horní hranice otáček
 přidělení názvu programu
 vyvolání cyklu
 odjezd nástroje od součásti
 konec programu
 začátek podprogramu kontury

N400 G1 X0 Z1

N410 Z-5

N420 G3 X54 Z-32 CR=27

N430 G1 X58 Z-34

N440 X60

N450 M17

Body

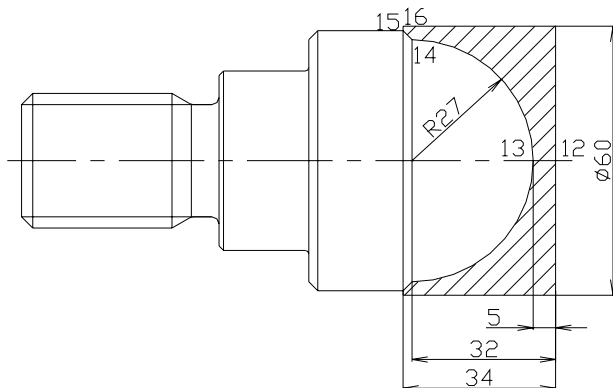
12

13

14

15

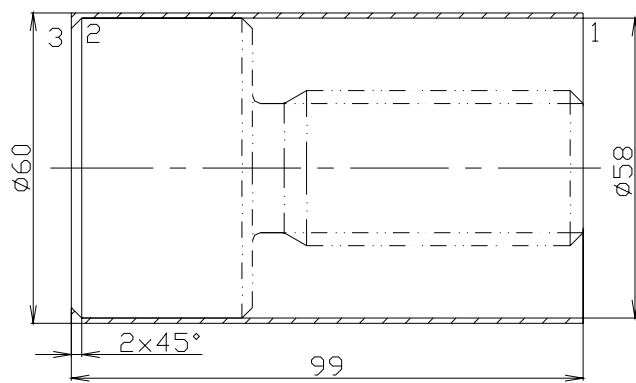
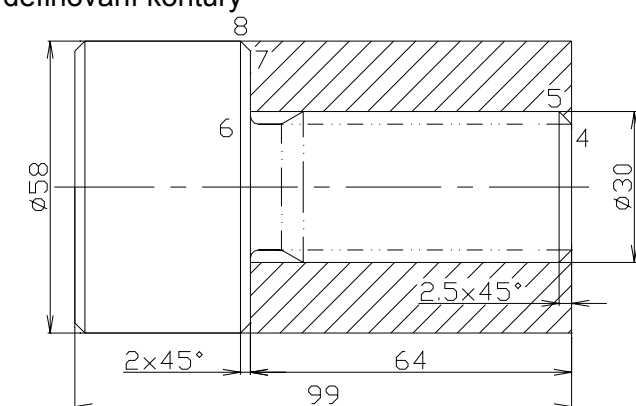
16

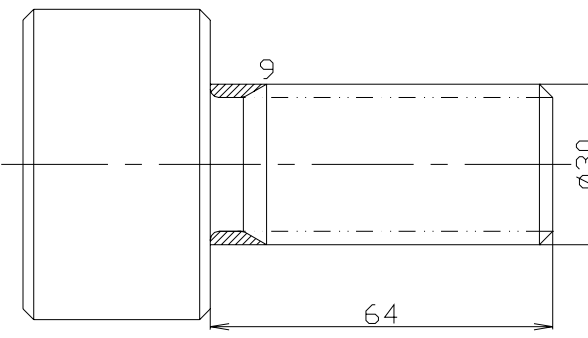
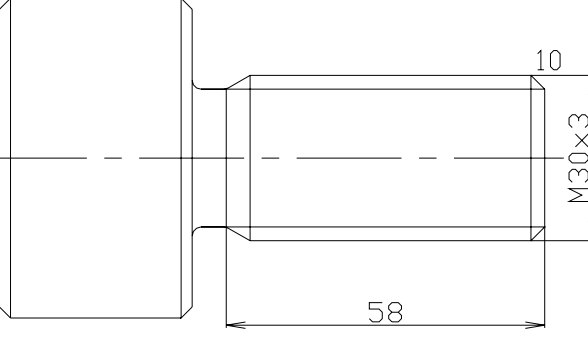


konec podprogramu

3.4. Program součásti Stavěcí šroub

Řídicí program součásti Stavěcí šroub:

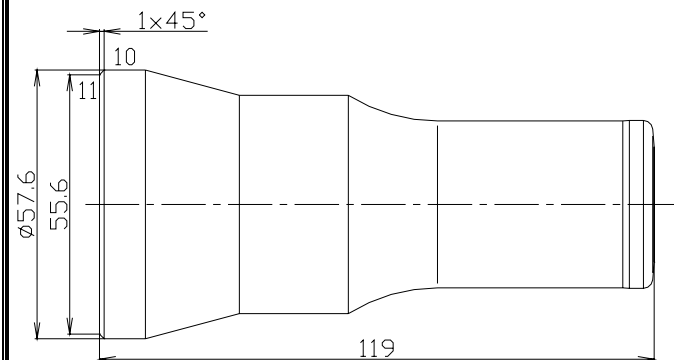
CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_STAVSROU_MPF N10 MSG ("STAVĚCÍ SROUB")	název programu STAVSROU.MPF textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
N20 G54 N30 G90 G18 G95 N40 G0 X140 Z1 N50 H1 T1 D1 N60 G0 X60 Z2 N70 G96 S160 M4 M8 N80 LIMS=3000	posunutí nulového bodu obrobku absolutní programování v rovině XZ, posuv v [mm] nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 72^\circ 30'$ nájezd nástroje ke kontuře konst. řezná rychlost a směr otáčení vřetene, zap. chlazení povolené maximum otáček vřetena
N90 G1 X58 Z1 F0.2 N90 Z-97 N100 X52 Z-100 F0.1	Body 1 2 3 
N120 G0 X60 N130 X140 Z1 N140 H3 T3 D1 N150 G0 X60 Z2 N160 G96 S170 N170 CYCLE95 ("ZACATEK:KONEC", 2, , , 0.5, 0.3, 0.1, 0.2, 9, , , 0.5)	odjezd nástroje od kontury nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 93^\circ$ nájezd nástroje ke kontuře změna konstantní řezné rychlosti podélné soustružení cyklem začátek definování kontury
ZACATEK: N180 G1 X23 Z1 N190 X30 Z-2.5 N200 Z-64 N210 X54 N220 X58 Z-66	Body 4 5 6 7 8 
KONEC: N225 G0 X60 Z-50 N230 CYCLE96 (30, -64, "A")	konec definování kontury změna polohy nástroje pro bezpečné spuštění cyklu odlehčovací zápich závitu

Body 9 N240 G0 X140 Z1 N250 H4 T4 D1 N260 G0 X32 Z-58 N270 G96 S50 N280 CYCLE97 (3, , -58, 0, 30, 30, 3, 4, 1.84, 0.05, 30, 0, 9, 3, 3, 1)	 nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje výměna nástroje - závitový nůž nájezd nástroje ke kontuře změna konstantní řezné rychlosti cyklus řezání závitů
Bod 10 N290 G0 X140 Z1 N300 M30	 nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje konec programu

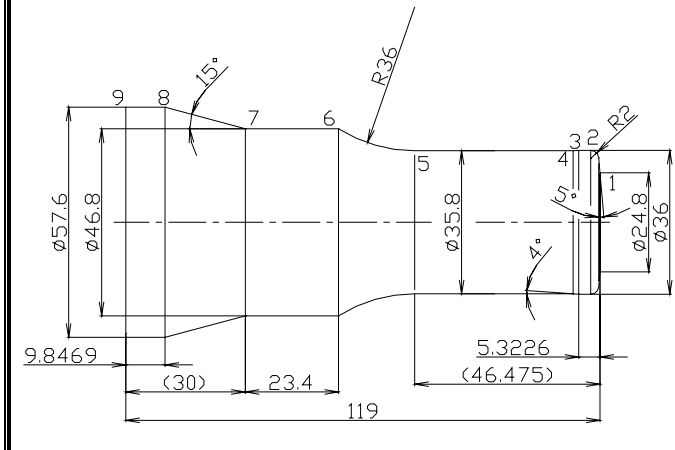
3.5. Program součásti Průtlačník

Řídicí program pro součást Průtlačník:

CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_PRUTLAC_MPF ;\$PATH=/_N_PRUTLAC DIR/_N_PRUTLAC_WPD	název souboru (programu) PRUTLAC.MPF cesta uložení souboru (programu)
N10 MSG ("PRUTLACNIK") N20 G54 N30 G90 G18 N40 G95 N50 G0 X140 Z1 N60 H2 T2 D1 N70 G0 X60 Z2 N80 G96 S170 M4 M8 N90 CYCLE 95 ("PRUTLAC1", 2, , , 0.5, 0.25, 0.2, 0.2, 1, , , 0.5)	textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů posunutí nulového bodu absolutního programování, volba roviny obrábění nastavení posuvu [mm] nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 95^\circ$ nájezd na $\phi 60$ mm, 2mm před čelo konst. řezná rychlost, start vřetene CCW, zap. chlazení soustružnický cyklus CYCLE 95 - Hrubování
N100 G0 X140 Z1 N110 H3 T3 D1 N120 G0 X60 Z2	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 93^\circ$ nájezd nástroje ke kontuře

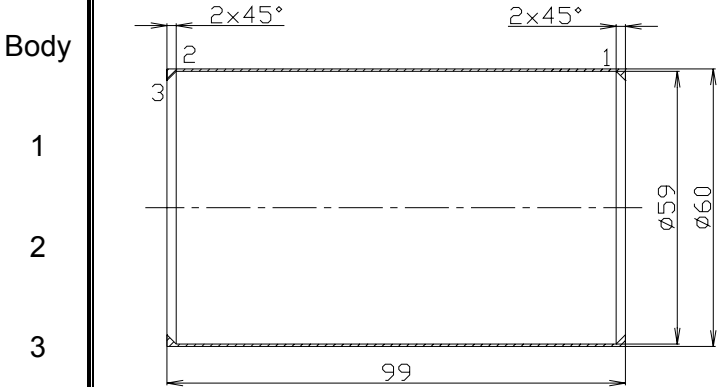
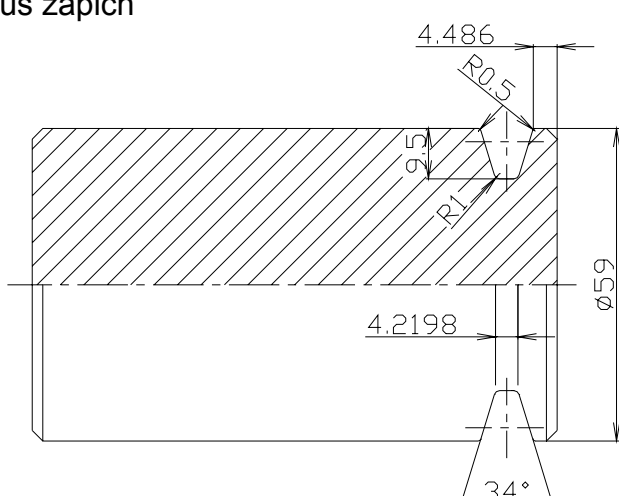
N130 G96 S180	změna konstantní řezné rychlosti
N140 CYCLE 95 ("PRUTLAC1", 1, , , 0.5, 0.25, 0.1, 0.1, 5, , , 0.5)	soustružnický cyklus CYCLE 95 - Dokončování
N150 G0 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje
N160 H1 T1 D1	výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 72^\circ 30'$
N170 G0 X61 Z-117	nájezd nástroje ke kontuře
N180 G96 S170	změna konstantní řezné rychlosti
Body	
N190 G1 X57.6 Z-118 F0.1	
N200 X53.6 Z-120	
N210 G0 X60	
N220 X140 Z1	
N230 M30	odjezd nástroje od kontury nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje konec programu

Podprogram pro součást Průtlačník:

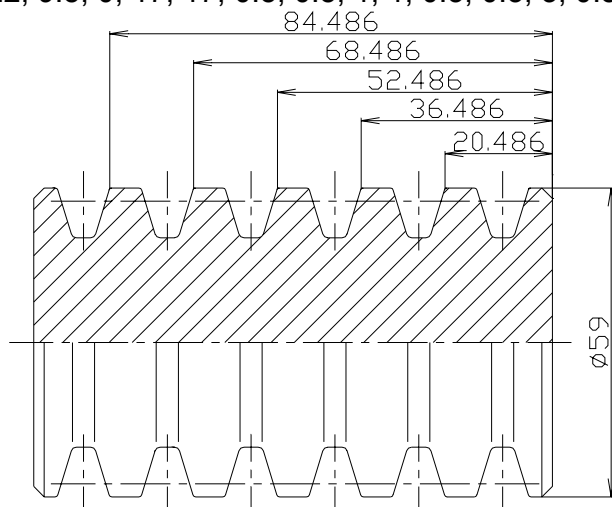
CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_ PRUTLAC1_SPF	název souboru (podprogramu) PRUTLAC1.SPF
;\$PATH=/_N_ PRUTLAC1_DIR/_N_ PRUTLAC1_WPD	cesta uložení programů
N10 MSG ("PRUTLAC1")	textová poznámka zobrazovaná v místě hlášení alarmů
N20 G18 G90 DIAMON	volba roviny, programování absolutní, průměrové
Body	
N25 G1 X22.8 Z0.5	
N30 X24.8 Z0	
N40 X36 AP=95 RND=2	
N50 Z-5.3226	
N60 X35.8 AP=184	
N70 Z-46.475	
N80 G2 X46.8 Z-65.6 CR=36	
N90 G1 Z-89	
N100 X57.6 Z-109.1531	
N110 Z-120	konec podprogramu a návrat do hlavního programu
N120 M17	

3.6. Program součásti Řemenice

Řídicí program součásti Řemenice:

CNC program:	Popis úseku operace:
%_N_REMENICE_MPF	název programu REMENICE.MPF
;\$PATH=/_N_MPF_DIR	cesta uložení souboru
N10 MSG ("REMENICE")	textová poznámka zobrazená v místě hlášení alarmů
N20 G54	posunutí nulového bodu obrobku
N30 G90 G18 G95	absolutní programování v rovině XZ, posuv [mm]
N40 G0 X140 Z1	nájetí rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje
N50 H1 T1 D1	výměna nástroje - nůž soustružnický $\kappa_r = 72^\circ 30'$
N60 G0 X60 Z2	nájezd nástroje k obrobku
N70 G96 S170 M4 M8	konst. řezná rychlost, otáčky vřetene CCW, zap. chlazení
N75 X53 Z1	změna polohy nástroje
N80 G1 X55 Z0 F0.2	lineární interpolace, definování velikosti posuvu
N90 X59 Z-2	
N100 Z-97	
N110 X53 Z-100	
N120 G0 X60	odjetí nástroje rychloposuvem od kontury
N130 X140 Z1	nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje
N140 H2 T2 D1	výměna nástroje - nůž zapichovací
N150 G0 X61 Z0	nájezd nástroje k obrobku
N160 G96 S100	změna konstantní řezné rychlosti
N170 G1 X60 Z-1 F0.1	lineární interpolace, nastavení hodnoty posuvu
N180 CYCLE93 (59, -4.486, 4.22, 9.5, 0, 17, 17, 0.5, 0.5, 1, 1, 0.3, 0.3, 3, 0.5, 15)	cyklus zápich
N190 CYCLE93 (59, -20.486, 4.22, 9.5, 0, 17, 17, 0.5, 0.5, 1, 1, 0.3, 0.3, 3, 0.5, 15)	
N200 CYCLE93 (59, -36.486, 4.22, 9.5, 0, 17, 17, 0.5, 0.5, 1, 1, 0.3, 0.3, 3, 0.5, 15)	

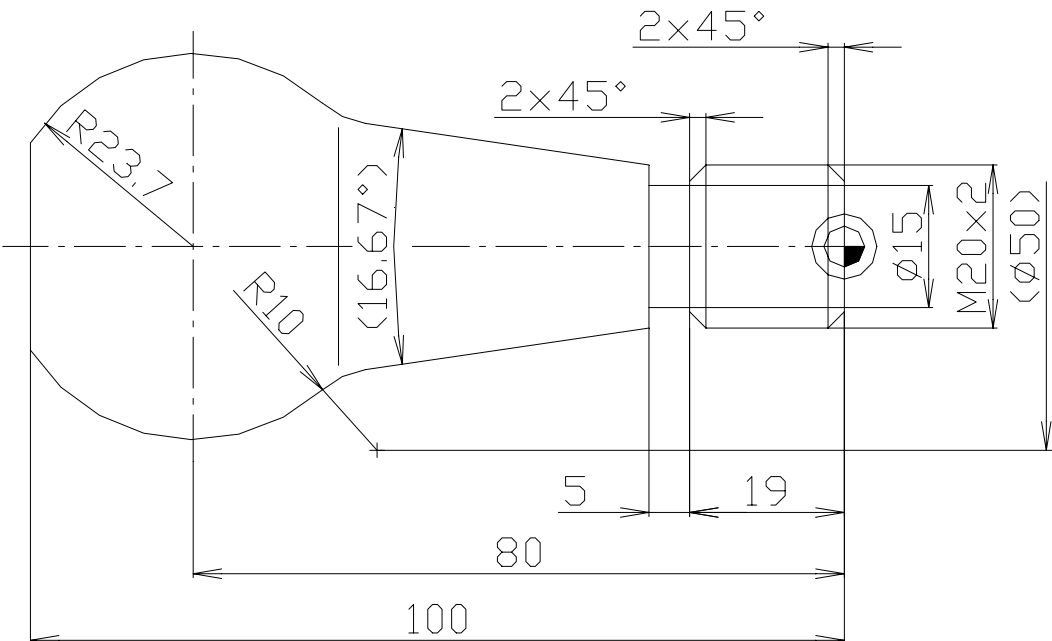
N210 CYCLE93 (59, -52.486, 4.22, 9.5, 0, 17, 17, 0.5, 0.5, 1, 1, 0.3, 0.3, 3, 0.5, 15)
 N220 CYCLE93 (59, -68.486, 4.22, 9.5, 0, 17, 17, 0.5, 0.5, 1, 1, 0.3, 0.3, 3, 0.5, 15)
 N230 CYCLE93 (59, -84.486, 4.22, 9.5, 0, 17, 17, 0.5, 0.5, 1, 1, 0.3, 0.3, 3, 0.5, 15)



N240 G0 X140 Z1
 N250 M30

nájezd rychloposuvem do bodu pro výměnu nástroje
 konec programu

Příloha č. 1:

POSTUPOVÝ LIST SOUČÁSTI					Počet listů:	1	Číslo listu:	1	
Poloautomatický soustruh SPN 12 CNC s řídicím systémem SINUMERIK 810D Náčrt součásti: 									
Druh a popis práce jednotlivých nástrojů	T1 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 72^\circ 30'$ SVVCN 2525 M16								
	Vyměnitelná břitová destička VCMT 16 04 08 EUM 320P								
	Hrubovat část obrobku a soustružit na čisto válcovou, kuželovou a kulovou plochu								
	T2 - Upichovací nůž $\kappa_r = 0^\circ$ XLCFL 2520 K03								
	Vyměnitelná břitová destička LFUX 03 08 02 TN 535P								
	Hrubovat a dokončit zápich								
	T3 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$ PDJNL 2525 M15								
	VBD: DNMG 15 06 08 EM 6630, Hrubovat pravou stranu obrobku								
	T4 - Závitový nůž SEL 2525 M 16								
Vyměnitelná břitová destička TN 16 EL 200M 816, Hrubovat a dokončit závit									
Nulový bod obrobku	Od osy obrobku		X : $\phi 0.000$		Otočná čtyřpolohová nožová hlava	Poloha	Druh nástroje	Odchylky ustavení nástroje	
	Od referenčního bodu		Z : -45.613						
Výchozí bod programu	Od osy obrobku		X : $\phi 140.00$			1	T1	X: 0.000	Z: 0.000
	Od nulového bodu obrobku		Z : 1.000			2	T2	X: 3.063	Z: 6.384
Řezná rychlost	1	2	3	4		3	T3	X: 2.610	Z: 16.46
	160	100	170	50		4	T4	X: 2.796	Z: 9.997
Přítlačná síla koníku		8 000 N		Předpokládaný operační čas pro 1ks		min.			
Posuv dolního suportu				Výkon za 1 hod. při		% kusů			
Vybavení stroje				Výkon za 8 hod. při		% kusů			
Čelní unašeč NUH16				Zákazník:					
				Název obrobku: Čep					
				Číslo výkresu: S61-02/1					
				Materiál: 11 600.0					
				Polotovár: $\phi 50 - 100$ ČSN 42 6510					
				Způsob opracování:					
Vypracoval: Aleš Polzer				Schválil:					
Zkoušel:				Datum: 20. 8. 2002					

Příloha č. 2:

VÝROBNÍ POSTUP			Název celku:	Název skupiny:	Název součástky: Čep	Číslo součástky: S61-02/1	Vydání postupu: 1	
Dne: 20.8.2002	Vyhotovil: Aleš Polzer	Kontroloval:	Schválil:	HM:	OTK:	Úkol:	HT:	Číslo listu: 1
Č. oper./orient	Název stroje: Třídící číslo:	Dílka	Popis práce:		Výrobní pomůcky:			Poznámky:
0/0	Pila 05963 Soustruh SV18 RA/750 04124	Přípravná	Řezat ϕ 50 ČSN 42 6510 na délku L = 103 ± 0.5 Zarovnat čela na délku L = 100 ± 0.1 Navrtat středící důlky A 2.5 ČSN 01 4915		Středicí vrták ČSN 22 1110 tvar A Uběrací nůž ohnutý ČSN 22 3712 Vrtací tříčelistové sklíčidlo Ocelové měřítko (0÷500) ČSN 25 1125 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
1/1	Kontrola 09863	OTK	Kontrolovat délku L = 100 ± 0.1 Četnost kontrol 20%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
2/2	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obrobná	Upnout součást mezi hroty s čelním unášením Soustružit tvar dle výkresu S61-02/1		Čelní unašeč NUH16 Kopírovací nůž κ _r = 72°30' Držák SVVCN 2525 M16 VBD VCMT 16 04 08 EUM 320P Upichovací nůž κ _r = 0° Držák XLCFL 2520 K03 VBD LFUX 03 08 02 TN 535P Uběrací nůž stranový κ _r = 93° Držák PDJNL 2525 M15 VBD DNMG 15 06 08 EM 6630 Závitový nůž Držák SEL 2525 M16 VBD TN 16 EL 200M 816 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Závitové šablony (0.4÷6.0) ČSN 25 4620 Rádiusové šablony(7.5÷15,15.5÷25)ČSN 25 3816			
3/3	Kontrola 09863	OTK	Celkově kontrolovat dle výkresu. Četnost kontrol 10%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Závitové šablony (0.4÷6.0) ČSN 25 4620 Rádiusové šablony(7.5÷15,15.5÷25)ČSN 25 3816			

Příloha č. 3:

POSTUPOVÝ LIST SOUČÁSTI					Počet listů:	1	Číslo listu:	1	
Poloautomatický soustruh SPN 12 CNC s řídicím systémem SINUMERIK 810D Náčrt součásti:									
Druh a popis práce jednotlivých nástrojů	T1 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 95^\circ$ PCLNL 2525 M12								
	Vyměnitelná břitová destička CNMG 12 04 08E-M 6630								
	Hrubovat válcovou plochu, kulovou plochu i rádius								
	T3 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$ PDJNL 2525M15								
	Vyměnitelná břitová destička DNMG 15 06 08E-M 6630								
	Hrubovat a dokončit válcovou plochu, kulovou plochu i rádius R10								
Nulový bod obrobku	Od osy obrobku		X1 : $\phi 0.000$ X2: $\phi 0.000$		Otočná čtyřpolohová nožová hlava	Poloha	Druh nástroje	Odchytky ustavení nástroje	
	Od dorazové plochy		Z1: 100.000 Z2: 100.000						
Výchozí bod programu	Od osy obrobku		X : $\phi 140.00$			1	T1	X: 0.000	Z: 0.000
	Od nulového bodu obrobku		Z : 1.000			2			
Řezná rychlost	1	2	3	4		3	T3	X: 2.610	Z: 16.460
	170		180			4			
Přítlačná síla koníku		8 000 N		Předpokládaný operační čas pro 1ks		min.			
Posuv dolního suportu				Výkon za 1 hod. při		% kusů			
Vybavení stroje				Výkon za 8 hod. při		% kusů			
Univerzální tříčelistové sklíčidlo				Zákazník:					
				Název obrobku: Kulový čep					
				Číslo výkresu: S61-02/2					
				Materiál: 11 600.0					
				Polotovar: $\phi 50 - 100$ ČSN 42 6510					
				Způsob opracování:					
Vypracoval: Aleš Polzer				Schválil:					
Zkoušel:				Datum: 20. 8. 2002					

Příloha č. 4:

VÝROBNÍ POSTUP			Název celku:	Název skupiny:	Název součástky: Kulový čep	Číslo součástky: S61-02/2		Vydání postupu:
Dne: 20.8.2002	Vyhotovil: Aleš Polzer	Kontroloval:	Schválil:	HM:	OTK:	Úkol:	HT:	Číslo listu: 1
Č. oper./ orient	Název stroje: Třídící číslo:	Dílka	Popis práce:		Výrobní pomůcky:		Poznámky:	
0/0	Pila 05963 Soustruh SV18 RA/750 04124	Přípravná	Řezat ϕ 50 ČSN 42 6510 na délku $L = 103 \pm 0.5$ Zarovnat čela na délku $L = 100 \pm 0.1$ Navrtat středící důlky A 2.5 ČSN 01 4915		Středicí vrták ČSN 22 1110 tvar A Uběrací nůž ohnutý ČSN 22 3712 Vrtací tříčelistové sklíčidlo Ocelové měřítko (0÷500) ČSN 25 1125 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
1/1	Kontrola 09863	OTK	Kontrolovat délku $L = 100 \pm 0.1$ Četnost kontrol 20%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
2/2	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obrobná	Upnout součást do sklíčidla za $\phi 50$, $L = 18$, podepřít hrotem. Soustružit $\phi 30$ do délky $L = 47.957$, rádius R10 část kulové plochy R24 Srazit hranu $2 \times 45^\circ$		Univerzální tříčelistové sklíčidlo Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 95^\circ$ Držák PCLNL 2525 M12 VBD CNMG 12 04 08 E-M 6630 Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$ Držák PDJNL 2525 M15 VBD DNMG 15 06 08 E-M 6630 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Rádiusové šablony (7.5÷15, 15.5÷25) ČSN 25 3816			
3/3	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obrobná	Upnout součást do sklíčidla za $\phi 30$, $L = 40$, Soustružit kulovou plochu R24		Univerzální tříčelistové sklíčidlo Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 95^\circ$ Držák PCLNL 2525 M12 VBD CNMG 12 04 08 E-M 6630 Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$ Držák PDJNL 2525 M15 VBD DNMG 15 06 08 E-M 6630 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Rádiusové šablony (15.5÷25) ČSN 25 3816			
4/4	Kontrola 09863	OTK	Celkově kontrolovat dle výkresu Četnost kontrol 10%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Rádiusové šablony (7.5÷15, 15.5÷25) ČSN 25 3816			

POSTUPOVÝ LIST SOUČÁSTI						Počet listů:	1	Číslo listu:	1
Poloautomatický soustruh SPN 12 CNC s řídicím systémem SINUMERIK 810D									
Náčrt součásti:									
Druh a popis práce jednotlivých nástrojů	T1 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 95^\circ$ PCLNL 2525M12								
	Vyměnitelná břitová destička CNMG 12 04 08E-M 6630								
	Hrubovat obrobek								
	T3 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$ PDJNL 2525M15								
	Vyměnitelná břitová destička DNMG 15 06 08E-M 6630								
	Dokončit tvar součásti, soustružit zápich								
	T4 - Závitový nůž SEL 2525 M16								
	Vyměnitelná břitová destička TN 16 EL 300M 816								
Hrubovat a dokončit závit									
Nulový bod obrobku	Od osy obrobku		X : $\phi 0.000$ X: $\phi 0.000$		Otočná čtyřpolohová nožová hlava	Poloha	Druh nástroje	Odchytky ustavení nástroje	
	Od dorazové plochy		Z : 119.000 Z: 55.000						
Výchozí bod programu	Od osy obrobku		X : $\phi 140.00$			1	T1	X: 0.000	Z: 0.000
	Od nulového bodu obrobku		Z : 1.000			2			
Řezná rychlost	1	2	3	4		3	T3	X: 2.610	Z: 16.460
	170		170	50		4	T4	X: 2.796	Z: 9.997
Přítláčná síla koníku		8 000 N		Předpokládaný operační čas pro 1ks				min.	
Posuv dolního suportu				Výkon za 1 hod. při				kusů	
Vybavení stroje				Výkon za 8 hod. při				kusů	
Univerzální tříčelistové sklíčidlo				Zákazník:					
				Název obrobku: Šroub s kulovou hlavou					
				Číslo výkresu: S61-02/3					
				Materiál: 11 600.0					
				Polotovar: $\phi 60 - 119$ ČSN 42 6510					
Způsob opracování:									
Vypracoval: Aleš Polzer				Schválil:					
Zkoušel:				Datum: 20. 8. 2002					

Příloha č. 6:

VÝROBNÍ POSTUP			Název celku:	Název skupiny:	Název souč. Šroub s kul. hlav.	Číslo součástky: S61-02/3	Vydání postupu: 1			
Dne: 20.8.2002		Vyhotovil: Aleš Polzer		Kontroloval:	Schválil:	HM:	OTK:	Úkol:	HT:	Číslo listu: 1
Č. oper./orient	Název stroje: Třídící číslo:	Dílňa	Popis práce:			Výrobní pomůcky:			Poznámky:	
0/0	Pila 05963 Soustruh SV18 RA/750 04124	Přípravna	Řezat ϕ 60 ČSN 42 6510 na délku L = 122 ± 0.5 Zarovnat čela na délku L = 119 ± 0.1 Navrtat středící důlky A 2.5 ČSN 01 4915			Středicí vrták ČSN 22 1110 tvar A Uběrací nůž ohnutý ČSN 22 3712 Vrtací tříčelistové sklíčidlo Ocelové měřítko (0÷500) ČSN 25 1125 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238				
1/1	Kontrola 09863	OTK	Kontrolovat délku L = 119 ± 0.1 Četnost kontrol 20%			Posuvné měřítko (0÷12)0 ČSN 25 1238				
2/2	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obrobná	Upnout součást do sklíčidla za ϕ60 L=25 a podepřít hrotem Soustružit ϕ58 L=86, ϕ40 L=20, ϕ30 L= 44, srazit hrany 1x45°, 2x45°, 2.5x45°, zápich, závit M30x3			Univerzální tříčelistové sklíčidlo Uběrací nůž stranový κ _r = 95° Držák PCLNL 2525 M12 VBD CNMG 12 04 08 E-M 6630 Uběrací nůž stranový κ _r = 93° Držák PDJNL 2525 M15 VBD DNMG 15 06 08 E-M 6630 Závitový nůž Držák SEL 2525 M16 VBD TN 16 EL 300M 816 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Závitové šablony (0.4÷6.0) ČSN 25 4620				
3/3	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obrobná	Upnout součást do tříčelistového sklíčidla za ϕ40 L=20 Soustružit R27, úkos			Uběrací nůž stranový κ _r = 95° Držák PCLNL 2525 M12 VBD CNMG 12 04 08 E-M 6630 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Rádusové šablony ČSN 25 3816				
4/4	Kontrola 09863	OTK	Celkově kontrolovat dle výkresu Četnost kontrol 10%			Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Rádusové šablony ČSN 25 3816 Závitové šablony (0.4÷6.0) ČSN 25 4620				

Příloha č. 7:

POSTUPOVÝ LIST SOUČÁSTI					Počet listů:	1	Číslo listu:	1		
Poloautomatický soustruh SPN 12 CNC s řídicím systémem SINUMERIK 810D										
Náčrt součásti:										
Druh a popis práce jednotlivých nástrojů	T1 - Kopírovací nůž κ _r = 72°30' SVVCN 2525 M16									
	Vyměnitelná břitová destička VCMT 16 04 08E-UM 320P									
	Soustružit φ58, srazit hranu 1x45°									
	T3 - Uběrací nůž stranový κ _r = 93° PDJNL 2525 M15									
	Vyměnitelná břitová destička DNMG 15 06 08E-M 6630									
	Soustružit φ30mm L=64mm, zápich, srazit hranu 1x45° a hranu 2x45°									
	T4 - Závitový nůž SEL 2525 M16									
	Vyměnitelná břitová destička TN 16 EL 300 816									
Soustružit závit M30x3										
Nulový bod obrobku	Od osy obrobku			X : φ0.000		Otočná čtyřpolohová nožová hlava	Poloha	Druh nástroje	Odchylky ustavení nástroje	
	Od referenčního bodu			Z : -45.613						
Výchozí bod programu	Od osy obrobku			X : φ140.00			1	T1	X: 0.000	Z: 0.000
	Od nulového bodu obrobku			Z : 1.000			3	T2	X: 2.610	Z: 16.460
Řezná rychlost	1	2	3	4	4		T3	X: 2.796	Z: 9.997	
	160		170	50						
Přítlačná síla koníku		8 000 N		Předpokládaný operační čas pro 1ks				min.		
Posuv dolního suportu				Výkon za 1 hod. při				%		
Vybavení stroje				Výkon za 8 hod. při				%		
Čelní unašeč NUH 40				Zákazník:						
				Název obrobku: Stavěcí šroub						
				Číslo výkresu: S61-02/4						
				Materiál: 11 600.0						
				Polotovar: φ60 - 99 ČSN 42 6510						
				Způsob opracování:						
Vypracoval: Aleš Polzer				Schválil:						
Zkoušel:				Datum: 20. 8. 2002						

Příloha č. 8:

VÝROBNÍ POSTUP			Název celku:	Název skupiny:	Název součástky: Stavěcí šroub	Číslo součástky: S61-02/4	Vydání postupu: 1	
Dne: 20.8.2002	Vyhotovil: Aleš Polzer	Kontroloval:	Schválil:	HM:	OTK:	Úkol:	HT:	Číslo listu: 1
Č. oper./ orient	Název stroje: Třídící číslo:	Dílka	Popis práce:		Výrobní pomůcky:		Poznámky:	
0/0	Pila 05963 Soustruh SV18 RA/750 04124	Přípravná	Řezat ϕ 60 ČSN 42 6510 na délku L = 102 ± 0.5 Zarovnat čela na délku L = 99 ± 0.1 Navrtat středící důlky A 2.5 ČSN 01 4915		Ocelové měřítko (0÷500) ČSN 25 1125 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Středicí vrták ČSN 22 1110 tvar A Uběrací nůž ohnutý ČSN 22 3712 Vrtací tříčelistové sklíčidlo			
1/1	Kontrola 09863	OTK	Kontrolovat délku L = 99 ± 0.1 Četnost kontrol 20%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
2/2	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obrobná	Upnout součást mezi hroty s čelním unášením Soustružit ϕ58 L=64, zápich, závit M30x3, srazit hrany 2x45°, 2.5x45°		Čelní unašeč NUH 40 Kopírovací nůž κ _r = 72°30' Držák SVVCN 2525 M16 VBD VCMT 16 04 08 E-UM 320P Uběrací nůž stranový κ _r = 93° Držák PDJNL 2525 M15 VBD DNMG 15 06 08 E-M 6630 Závitový nůž Držák SEL 2525 M16 VBD TN 16 EL 300M 816 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
3/3	Kontrola 09863	OTK	Celkově kontrolovat dle výkresu Četnost kontrol 10%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Závitové šablony (0.4÷6.0) ČSN 25 4620			

POSTUPOVÝ LIST SOUČÁSTI					Počet listů:	1	Číslo listu:	1	
Poloautomatický soustruh SPN 12 CNC s řídicím systémem SINUMERIK 810D									
Náčrt součásti:									
Druh a popis práce jednotlivých nástrojů	T1 - Kopírovací nůž $\kappa_r = 72^\circ 30'$ SVVCN 2525 M16								
	Vyměnitelná břitová destička VCMT 16 04 08E-UM 320P								
	Srazit hranu 1x45°								
	T2 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 95^\circ$ PCLNL 2525 M12								
	Vyměnitelná břitová destička CNMG 12 04 08E-M 6630								
	Hrubovat tvar obrobku podélným soustružením s konstantním přídkem na plochu								
	T3 - Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$ PDJNL 2525M15								
	Vyměnitelná břitová destička DNMG 15 06 08E-M 6630								
Dokončit tvar součásti									
Nulový bod obrobku	Od osy obrobku		X : $\phi 0.000$		Otočná čtyřpolohová nožová hlava	Poloha	Druh nástroje	Odchylky ustavení nástroje	
	Od referenčního bodu		Z : -45.613						
Výchozí bod programu	Od osy obrobku		X : $\phi 140.00$			1	T1	X: 0.000	Z: 0.000
	Od nulového bodu obrobku		Z : 1.000			2	T2	X: 2.150	Z: 1.657
Řezná rychlost	1	2	3	4		3	T3	X: 2.610	Z: 16.460
	160	170	180			4			
Přítlačná síla koníku		8 000 N		Předpokládaný operační čas pro 1ks		min.			
Posuv dolního suportu				Výkon za 1 hod. při		% kusů			
Vybavení stroje				Výkon za 8 hod. při		% kusů			
Čelní unašeč NUH 40				Zákazník:					
				Název obrobku: Průtlačník					
				Číslo výkresu: S61-02/5					
				Materiál: 11 600.0					
				Polotovary: $\phi 60 - 119$ ČSN 42 6510					
				Způsob opracování:					
Vypracoval: Aleš Polzer				Schválil:					
Zkoušel:				Datum: 20. 8. 2002					

Příloha č. 10:

VÝROBNÍ POSTUP		Název celku:		Název skupiny:		Název součástky: Průtlačník		Číslo součástky: S61-02/5		Vydání postupu: 1	
Dne: 20.8.2002		Vyhotoval: Aleš Polzer		Kontroloval:		Schválil:		HM:		OTK:	
								Úkol:		HT:	
Č. oper./ orient	Název stroje: Třídící číslo:	Dílňa	Popis práce:				Výrobní pomůcky:			Poznámky:	
0/0	Pila 05963 Soustruh SV18 RA/750 04124	Přípravna	Řezat ϕ 50 ČSN 42 6510 na délku $L = 122 \pm 0.5$ Zarovnat čela na délku $L = 119 \pm 0.1$ Navrtat středící důlky A 2.5 ČSN 01 4915				Středící vrták ČSN 22 1110 tvar A Uběrací nůž ohnutý ČSN 22 3712 Vrtací tříčelistové sklíčidlo Ocelové měřítko (0÷500) ČSN 25 1125 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238				
1/1	Kontrola 09863	OTK	Kontrolovat délku $L = 119 \pm 0.1$ Četnost kontrol 20%				Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238				
2/2	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obrobná	Upnout součást mezi hroty s čelním unášením Soustružit tvar dle výkresu				Čelní unašeč NUH 40 Kopírovací nůž $\kappa_r = 72^\circ 30'$ Držák SVVCN 2525 M16 VBD VCMT 16 04 08E-UM 320P Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 95^\circ$ Držák PCLNL 2525 M12 VBD CNMG 12 04 08E-M 6630 Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$ Držák PDJNL 2525 M15 VBD DNMG 15 06 08E-M 6630 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238				
3/3	Kontrola 09863	OTK	Celkově kontrolovat dle výkresu. Četnost kontrol 10%				Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238				

Příloha č. 11:

POSTUPOVÝ LIST SOUČÁSTI						Počet listů:	1	Číslo listu:	1	
Poloautomatický soustruh SPN 12 CNC s řídicím systémem SINUMERIK 810D										
Náčrt součásti:										
Druh a popis práce jednotlivých nástrojů	T1 - Kopírovací nůž $\kappa_r = 72^\circ 30'$ SVVCN 2525 M16									
	Vyměnitelná břitová destička VCMT 16 04 08E-UM 320P									
	Srazit hrany 2x45°									
	T2 - Upichovací nůž XLCFL 2520 K03									
	Vyměnitelná břitová destička LFUX 03 08 02 TN 535P									
	Hrubovat a dokončit tvar klínových drážek									
Nulový bod obrobku	Od osy obrobku			X : $\phi 0.000$		Otočná čtyřpolohová nožová hlava	Poloha	Druh nástroje	Odchylky ustavení nástroje	
	Od referenčního bodu			Z : -45.613						
Výchozí bod programu	Od osy obrobku			X : $\phi 140.00$			1	T1	X: 0.000	Z: 0.000
	Od nulového bodu obrobku			Z : 1.000			2	T2	X: 3.063	Z: 6.384
Řezná rychlost	1	2	3	4						
	170	100								
Přítlačná síla koníku			8 000 N		Předpokládaný operační čas pro 1ks			min.		
Posuv dolního suportu					Výkon za 1 hod. při			%		
Vybavení stroje					Výkon za 8 hod. při			%		
Univerzální tříčelistové sklíčidlo					Zákazník:					
					Název obrobku: Řemenice					
					Číslo výkresu: S61-02/6					
					Materiál: 11 600.0					
					Polotovar: $\phi 60 - 99$ ČSN 42 6510					
Způsob opracování:										
Vypracoval: Aleš Polzer				Schválil:						
Zkoušel:				Datum: 20. 8. 2002						

Příloha č. 12:

VÝROBNÍ POSTUP			Název celku:	Název skupiny:	Název součástky: Řemenice	Číslo součástky: S61-02/6	Vydání postupu:1	
Dne: 20.8.2002	Vyhotovil: Aleš Polzer	Kontroloval:	Schválil:	HM:	OTK:	Úkol:	HT:	Číslo listu: 1
Č. oper./ orient	Název stroje: Třídící číslo:	Dílka	Popis práce:		Výrobní pomůcky:			Poznámky:
0/0	Pila 05963 Soustruh SV18 RA/750 04124	Přípravna	Řezat ϕ 60 ČSN 42 6510 na délku $L = 102 \pm 0.5$ Zarovnat čela na délku $L = 99 \pm 0.1$ Navrtat A 2.5 ČSN 01 4915		Středicí vrták ČSN 22 1110 tvar A Uběrací nůž ohnutý ČSN 22 3712 Vrtací tříčelistové sklíčidlo Ocelové měřítko (0÷500) ČSN 25 1125 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
1/1	Kontrola 09863	OTK	Kontrolovat délku $L = 99 \pm 0.1$ Četnost kontrol 10%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
2/2	Poloautomatický soustruh SPN12 CNC 34441	Obroba	Upnout součást mezi hroty s čelním unášením Soustružit sražení hran 2x45° a drážky pro klínové řemeny dle technického výkresu.		Čelní unašeč NUH40 Kopírovací nůž $\kappa_r = 72^\circ 30'$ Držák SVVCN 2525 M16 VBD VCMT 16 04 08E-UM 320P Upichovací nůž $\kappa_r = 0^\circ$ Držák XLCFL 2520 K03 VBD LFUX 03 08 02 TN 535P Posuvné měřítko (0÷150)ČSN 25 1238			
3/3	Kontrola 09863	OTK	Celkově kontrolovat dle výkresu Četnost kontrol 10%		Posuvné měřítko (0÷150)ČSN 25 1238			
4/4	Soustruh SV18 RA/750 04124	Soustružna	Vrtat otvor ϕ 23.5 Srazit hrany dle výkresu 1x45° Vyhrubovat ϕ 24.75 Vystružovat ϕ 25 H8		Vrtací tříčelistové sklíčidlo Šroubovitý vrták ČSN 22 1121 Kuželový záhlubník ČSN 22 1627 Strojní vyhrubník ČSN 22 1411 Strojní výstružník ČSN 22 1430 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Mezní válečkový kalibr oboustranný ϕ 25 H8 ČSN 253110			
5/5	Kontrola 09863	OTK	Kontrolovat délku $L = 99 \pm 0.1$ Kontrolovat ϕ 25 H8 Četnost kontrol 10%		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238 Mezní válečkový kalibr oboustranný ϕ 25 H8 ČSN 25 3110			

Kopírovací nůž $\kappa_r = 72^\circ 30'$

Vyměnitelná břitová destička VCMT 16 04 08 EUM 320P

Držák nástroje SVVCN 2525 M 16

Parametry nástroje:

- úhel nastavení hlavního ostří- $\kappa_r = 72^\circ 30'$
- úhel nastavení vedlejšího ostří - $\kappa_r' = 72^\circ 30'$
- poloměr zaoblení špičky nástroje - $r_\varepsilon = 0.8 \text{ mm}$

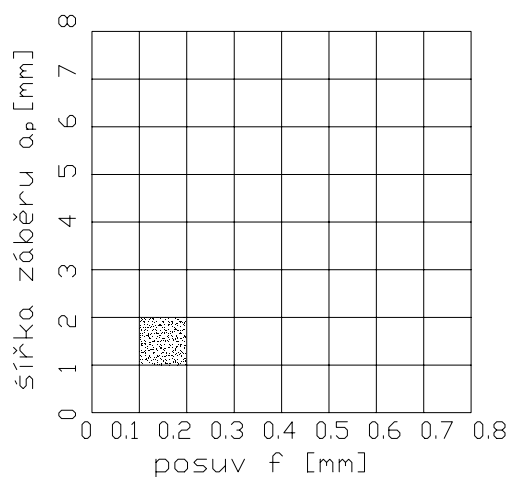


Doporučené použití břitové destičky:

Břitová destička je vhodná pro obrábění ocelí a ocelolitiny vyššími řeznými rychlostmi. Obrábění dokončovací, polohrubovací a hrubovací nepřerušovaným řezem (10).

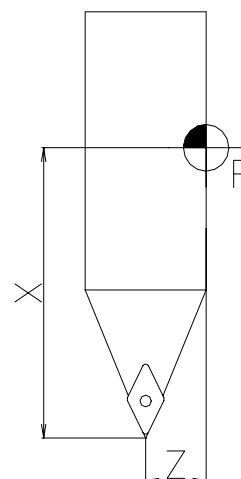
Doporučené řezné podmínky nástroje:

- řezná rychlost - $v_c = 160 \div 220 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
- posuv - $f = 0.1 \div 0.2 \text{ mm}$
- šířka záběru - $a_p = 1 \div 2 \text{ mm}$



Korekce nástroje:

- posunutí nástroje v ose X = 0.000 mm
- posunutí nástroje v ose Z = 0.000 mm



Příloha č. 14:

Upichovací nůž $\kappa_r = 0^\circ$

Vyměnitelná břitová destička LFUX 03 08 02 TN 535P

Držák nástroje XLCFL 2520 K 03

Parametry nástroje:

- úhel nastavení hlavního ostří - $\kappa_r = 0^\circ$
- úhel nastavení vedlejších ostří - $\kappa_r' = 2^\circ$
- poloměr zaoblení špiček nástroje - $r_\epsilon = 0.2 \text{ mm}$
- šířka hlavního břitu nástroje = 3 mm



Doporučené použití břitové destičky:

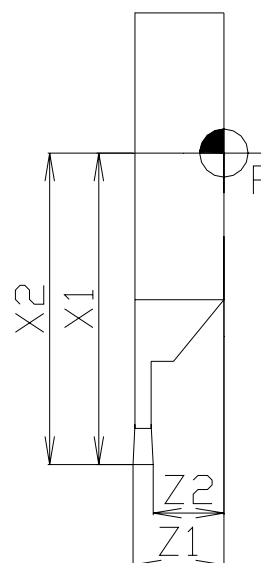
Obrábění běžných i ušlechtilých ocelí a ocelolitiny. Obrábění nižšími a středními řeznými rychlostmi při proměnlivé hloubce řezu. Střední až velké průřezy třísky (10).

Doporučené řezné podmínky nástroje:

- řezná rychlost - $v_c = 100 \div 140 \text{ m.min}^{-1}$
- posuv - $f = 0.1 \div 0.2 \text{ mm}$

Korekce nástroje:

- posunutí nástroje v ose X = 3.063 mm
- posunutí nástroje v ose Z = 6.384 mm
- posunutí nástroje v ose X = 3.063 mm
- posunutí nástroje v ose Z = 3.384 mm



Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 93^\circ$

Vyměnitelná břitová destička DNMG 15 06 08 EM 6630

Držák nástroje PDJNL 2525 M 15

Parametry nástroje:

- úhel nastavení hlavního ostří - $\kappa_r = 93^\circ$
- úhel nastavení vedlejšího ostří - $\kappa_r' = 32^\circ$
- poloměr zaoblení špičky nástroje - $r_\epsilon = 0.8 \text{ mm}$

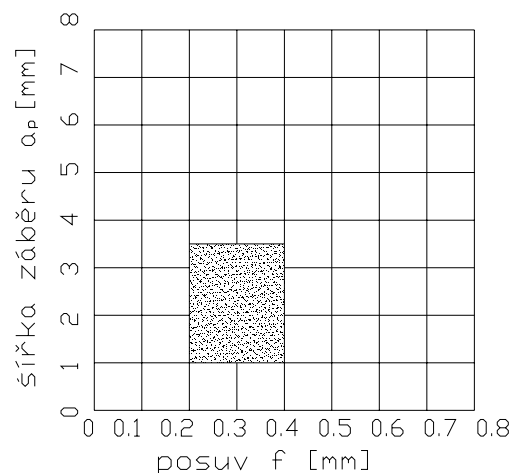


Doporučené použití břitové destičky:

Břitová destička je tvořena základním oboustranným utvařečem. Použití nástroje je vhodné pro polohrubovací a lehčí hrubovací soustružení ocelí, korozivzdorných ocelí a také litiny. Univerzální utvařeč má široký funkční rozsah (10).

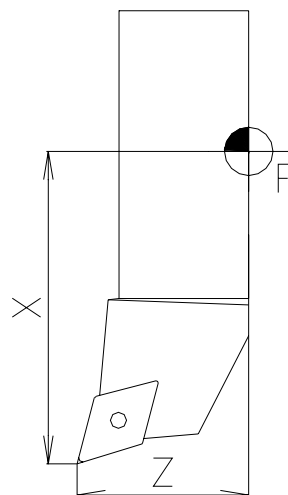
Doporučené řezné podmínky nástroje:

- řezná rychlost - $v_c = 170 \div 240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
- posuv - $f = 0.2 \div 0.4 \text{ mm}$
- šířka záběru - $a_p = 1 \div 3.5 \text{ mm}$



Korekce nástroje:

- posunutí nástroje v ose X = 2.610 mm
- posunutí nástroje v ose Z = 16.460 mm



Závitový nůž

Vyměnitelná břitová destička TN 16 EL 200M 816

Držák nástroje SEL 2525 M 16

Parametry nástroje:

- poloměr zaoblení špičky nástroje - $r_\epsilon = 0.4 \text{ mm}$
- nástroj pro stoupání závitu 2 mm



Doporučené použití břitové destičky:

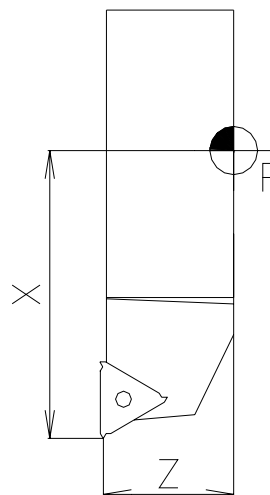
Jemné, dokončovací a polohrubovací soustružení běžných, žárupevných a žáruvzdorných ocelí. Dále pak obrábění slitin Al a Cu a také litiny při použití nižších řezných rychlostí (10).

Doporučené řezné podmínky nástroje:

- řezná rychlost - $v_c = 50 \div 150 \text{ m.min}^{-1}$

Korekce nástroje:

- posunutí nástroje v ose X = 2.796 mm
- posunutí nástroje v ose Z = 9.997 mm



Uběrací nůž stranový $\kappa_r = 95^\circ$

Vyměnitelná břitová destička CNMG 12 04 08 EM 6630

Držák nástroje PCLNL 2525 M 12

Parametry nástroje:

- úhel nastavení hlavního ostří - $\kappa_r = 95^\circ$
- úhel nastavení vedlejšího ostří - $\kappa_r' = 5^\circ$
- poloměr zaoblení špičky nástroje - $r_\epsilon = 0.8 \text{ mm}$

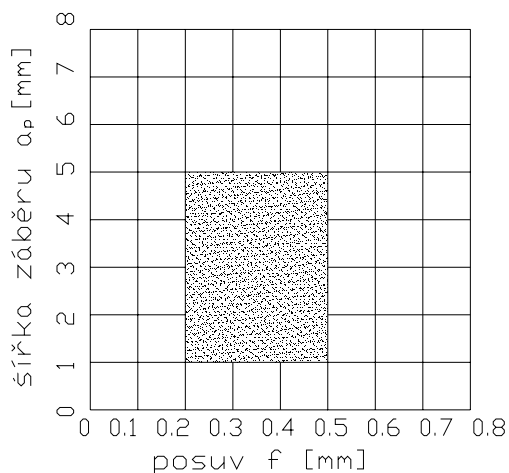


Doporučené použití břitové destičky:

Břitová destička s oboustranným základním utvařečem je vhodná pro první volbu při polohrubovacím a lehčím hrubovacím obrábění ocelí, korozivzdorných ocelí, ale také litiny. Univerzální utvařeč umožňuje široký funkční rozsah šířky záběru a posuvů.

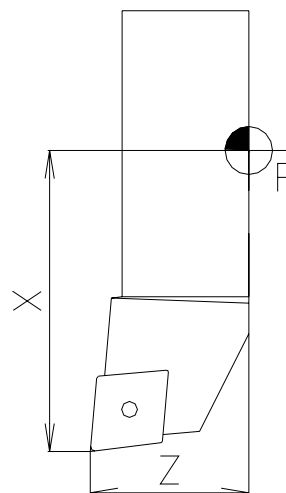
Doporučené řezné podmínky nástroje:

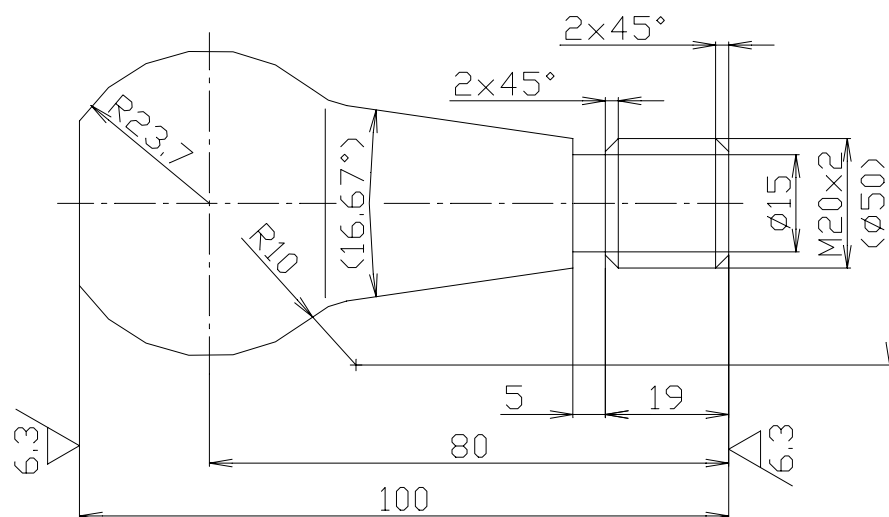
- řezná rychlost -
 $v_c = 170 \div 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
- posuv - $f = 0.2 \div 0.5 \text{ mm}$
- šířka záběru - $a_p = 1 \div 5 \text{ mm}$



Korekce nástroje:

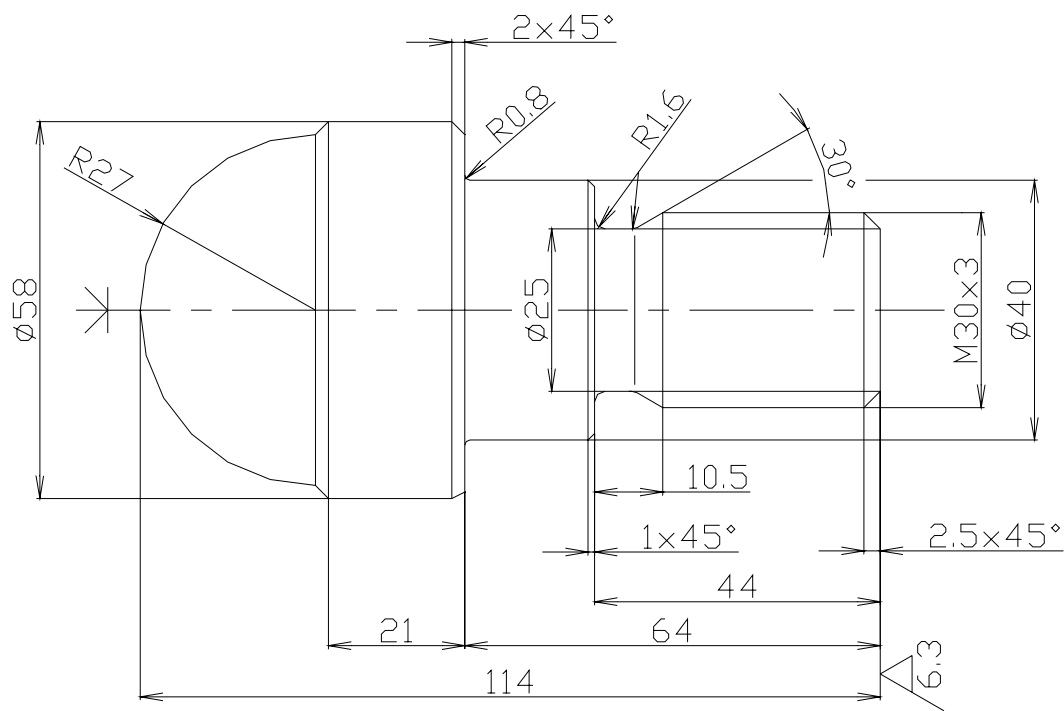
- posunutí nástroje v ose X = 2.150 mm
- posunutí nástroje v ose Z = 1.657 mm





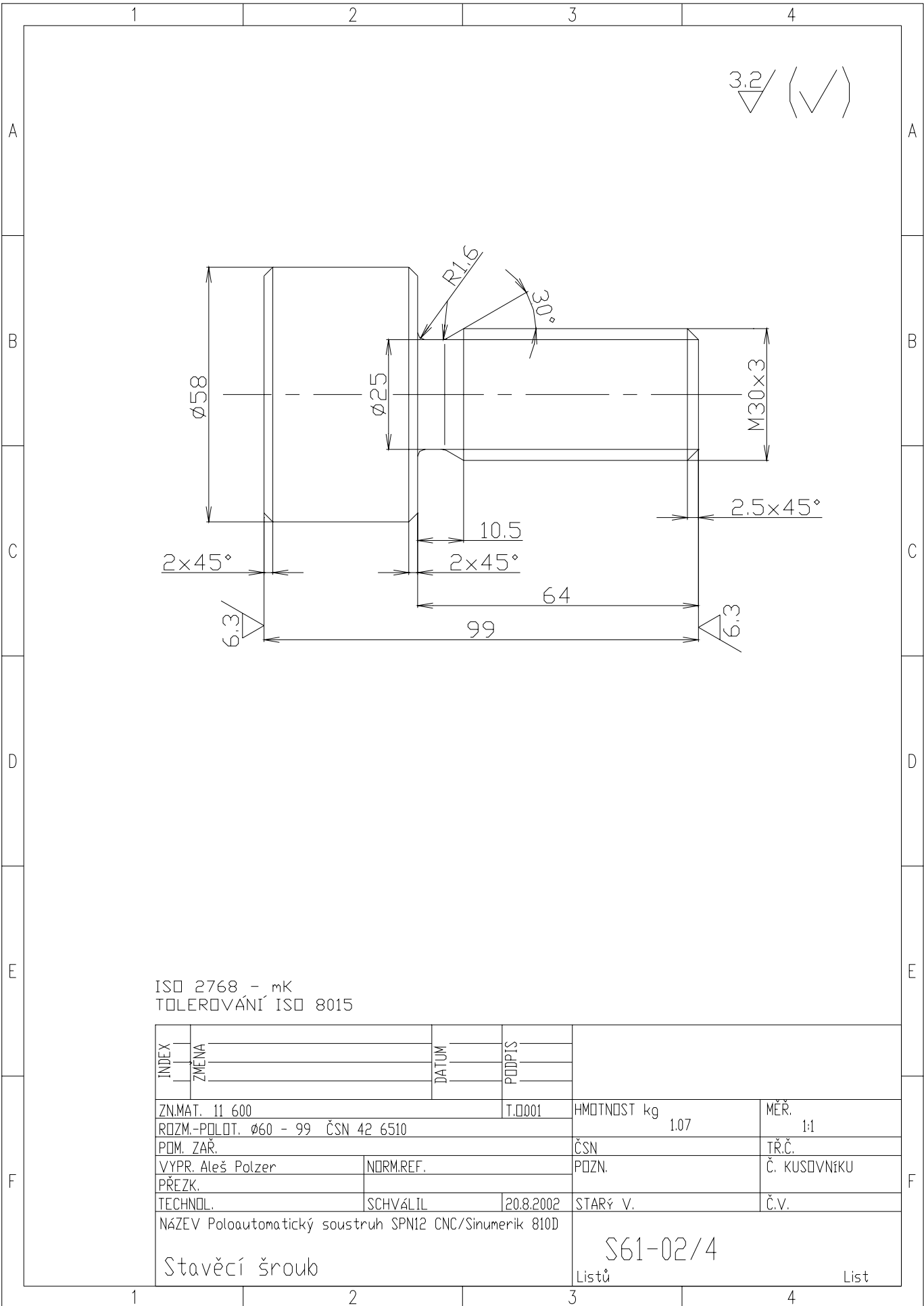
ISO 2768 - mK
TOLEROVÁNÍ ISO 8015

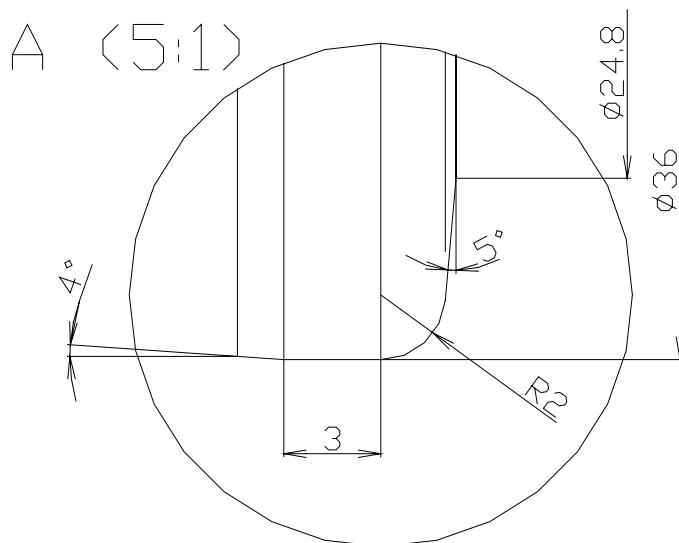
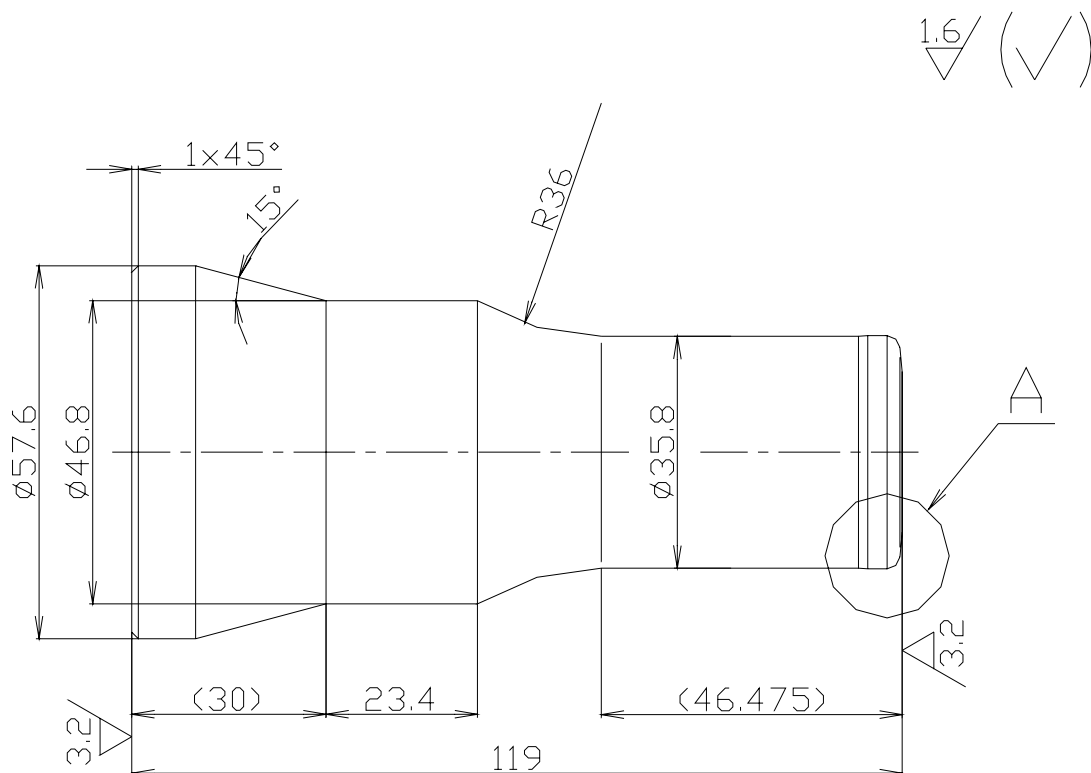
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS		
ZN.MAT. 11 600.0			T.0001	HMOTNOST kg 0.6	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOH. Ø50 - 100 ČSN 42 6510					
POM. ZAR.				ČSN	TRČ.
VYPR. Aleš Polzer				POZN.	Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.					
TECHNOL.			20.8.2002	STARÝ V.	Č.V.
NÁZEV Poliautomatický soustruh SPN12 CNC/Sinumerik 810D					
Čep				S61-02/1	
				Listů	List



ISO 2768 - mK
TOLEROVÁNÍ ISO 8015

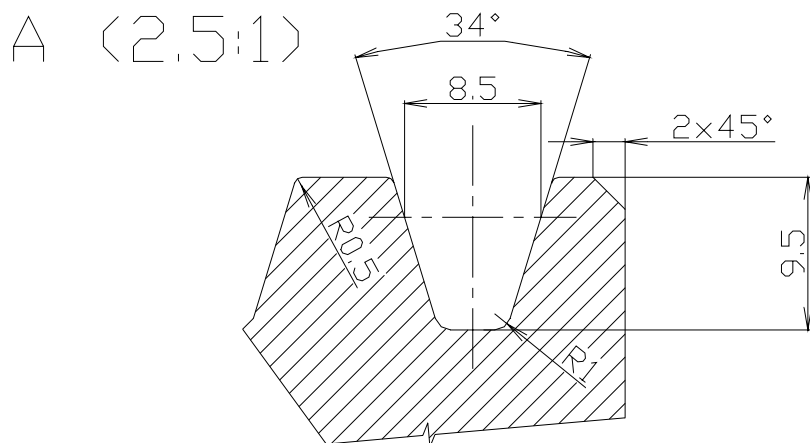
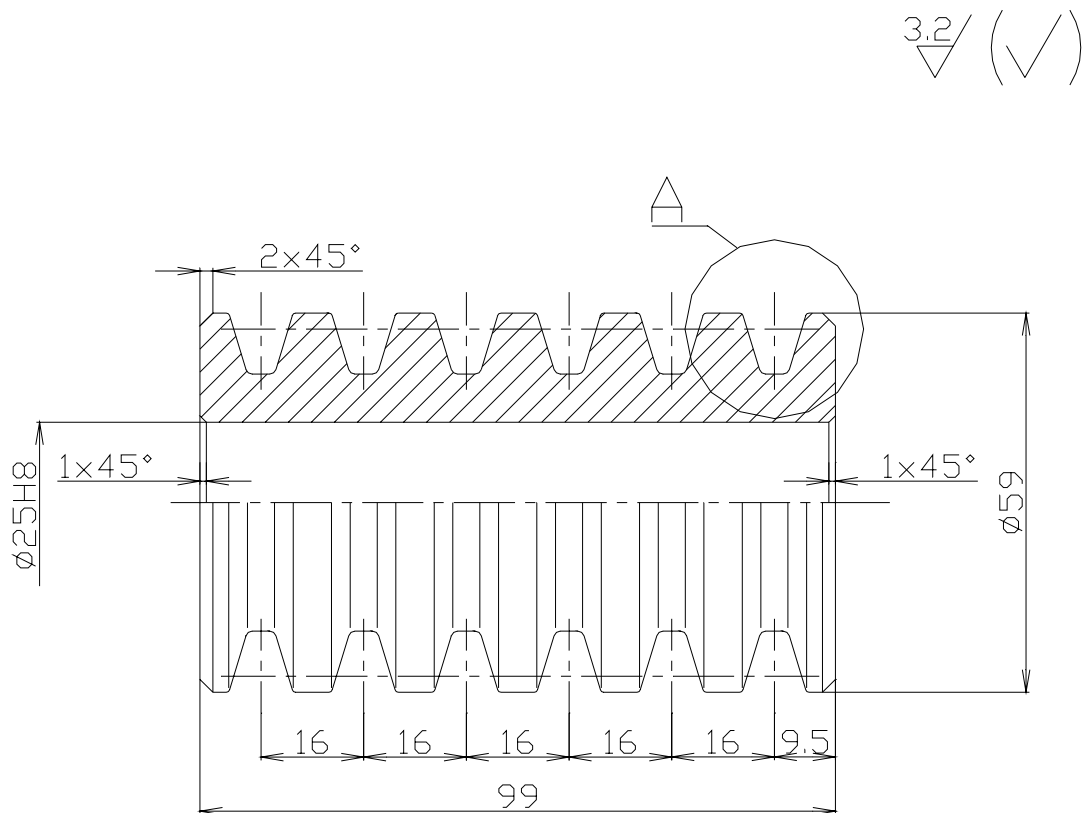
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS		
ZN.MAT. 11 600.0			T.0001	HMOTNOST kg	MĚŘ.
ROZM.-POLOH. Ø60 - 119 ČSN 42 6510				1.2	1:1
POM. ZAR.				ČSN	TRČ.
VYPR. Aleš Polzer		NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.					
TECHNOL.		SCHVÁLIL	20.8.2002	STARÝ V.	Č.V.
NÁZEV Poloautomatický soustruh SPN12 CNC/Sinumerik 810D				S61-02/3	
Šroub s kulovou hlavou					
				Listů	List





ISO 2768 - mK
TOLEROVÁNÍ ISO 8015

INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS		
ZN.MAT. 11 600.0			T.0001	HMOTNOST kg	MĚŘ.
ROZM.-POLOH. Ø60 - 119 ČSN 42 6510				1.4	1:1
POM. ZAŘ.				ČSN	TRČ.
VYPR. Aleš Polzer		NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.					
TECHNOL.		SCHVÁLIL	20.8.2002	STARÝ V.	Č.V.
NÁZEV Poloautomatický soustruh SPN12 CNC/Sinumerik 810D				S61-02/5	
Průtlačník					
				Listů	List



ISO 2768 - mK
TOLEROVÁNÍ ISO 8015

INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS		
ZN.MAT. 11 600.0			T.0001	HMOTNOST kg 0.9	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOH. Ø60 - 99 ČSN 42 6510				ČSN	TRČ.
POM. ZAŘ.				POZN.	Č. KUSOVNÍKU
VYPR. Aleš Polzer		NORM.REF.		STARÝ V.	Č.V.
PŘEZK.					
TECHNOL.		SCHVÁLIL	20.8.2002		
NÁZEV Poloautomatický soustruh SPN12 CNC/Sinumerik 810D				S61-02/6	
Řemenice				Listů	List