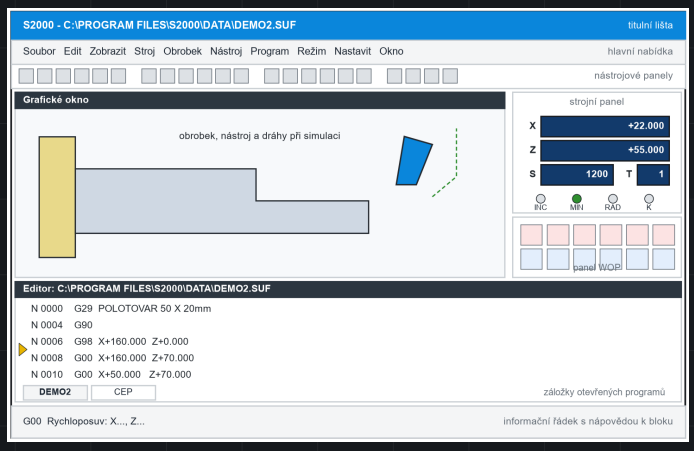
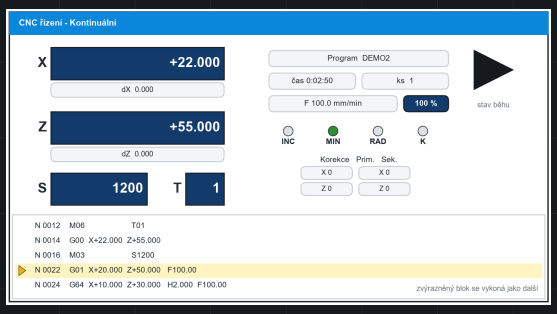
ŘÍDICÍ SYSTÉM

Eltek

S2000 a S2020 na soustruhu, F2000 a F2020 na frézce: obrazovka, ovládání, G kód, cykly, parametry a řešené programy





Logo: ELTEK spol. s r.o., záhlaví webu eltek-km.cz. Schémata obrazovek: vlastní zpracování podle podkladů.

Učební manuál pro žáky oboru Obráběč kovů. Vychází z podkladů výrobce ELTEK, školního manuálu S2000 a nápovědy F2000.

Odborný výcvik

Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů

Zpracoval: Michl Ondřej, 2.OZ

Datum: 6. 11. 2026

Obsah

ZÁKLADY

1 Co je Eltek — 3
Na jakých strojích Eltek běží · Jakým jazykem se programuje · Co umí systém kolem programu

2 Obrazovka a ovládání — 6
Hlavní nabídka · Klávesové zkratky · Strojní panel · Editor · Grafické okno

3 Režimy, ruční řízení, Exec a WOP — 10
CNC řízení stroje · Ruční řízení soustruhu S2000 · Ruční řízení frézky F2000 · Exec: blok z klávesnice · WOP: dílenské programování myší

PŘÍPRAVA STROJE

4 Nulové body a nástroje — 14
Soustruh S2000 · Frézka F2000 · Nástroje a korekce na soustruhu · Nástroje a korekce na frézce · Korekce poloměru G40, G41, G42

JAZYK A FUNKCE

5 Stavba programu — 21
Soubory · Pevný a volný formát · Adresy · Kostra programu soustruhu · Kostra programu frézky · Poznámky v programu

6 Funkce soustruhu S2000 — 24
Přípravné funkce G · Pomocné funkce M · Pevné cykly soustruhu · Vrtání na soustruhu

7 Funkce frézky F2000 — 29
Přípravné funkce G · Cykly a externí funkce · Knihovní podprogramy L · Pomocné funkce M

8 Podprogramy a parametry — 34
Skoky a podprogramy ve stejném programu · Podprogramy v souborech · Parametry P · Podmínky a cykly · Ladění parametrického programu

ŘEŠENÉ PROGRAMY

9 Řešené programy: soustružení — 37
DEMO2: čep Ø10 na válci Ø20 · Čep se závitem M20 × 1,5 · Vrtání v ose

10 Řešené programy: frézování — 41
Deska s obrysem, kapsou a děrami · Parametrické programy z nápovědy

U STROJE A PROCVIČENÍ

11 Simulace, najetí a chyby — 45
Než pustíš simulaci · Spuštění a krokování · Co ověří Test a co ne · Bezpečný postup najetí na stroji · Typické chyby a hlášení

12 Cvičení, slovníček a zdroje — 49
Otázky · Řešení · Praktické úlohy · Slovníček · Zdroje

JAK SE S MANUÁLEM UČIT

1. Kapitoly 1 až 3 ti ukážou systém a jak se ovládá.
2. Před prací na stroji si přečti kapitolu 4 o nulových bodech a korekcích.
3. Tabulky funkcí v kapitolách 6 a 7 používej jako tahák při psaní.
4. Vždy nejdřív simulace a Test, pak blok po bloku a teprve potom plynule.

Co je označené „ověř na stroji s UOV“, zkontroluj s učitelem odborného výcviku.

1

ZÁKLADY

1 Co je Eltek

Kdo je ELTEK, systémy S2020 a F2020 pro soustruh a frézku, na jakých strojích běží a jakým jazykem se programují.

ELTEK spol. s r.o. je česká firma z Kroměříže. Založili ji v roce 1990 bývalí pracovníci Ústavu přístrojové techniky Akademie věd ČR. Vyvíjí řídicí systémy pro různé obory a mezi nimi i CNC techniku a výukový software. Pro obrábění má dva systémy: **S2020 GRAPHIC** pro soustruhy a **F2020 GRAPHIC** pro frézky. Starší verze se jmenují **S2000 GRAPHIC** a **F2000 GRAPHIC**.

Naše škola uvádí Eltek mezi řídicími systémy, na kterých se učíš: Heidenhain, Sinumerik, Mikroprog a Eltek. Na kterém stroji v dílně Eltek běží, ti ukáže **UOV**, tedy učitel odborného výcviku. Všude, kde v manuálu stojí „ověř na stroji s UOV“, se zeptej jeho.

Systém	Pro jaký stroj	Co o něm víme
S2000 GRAPHIC	CNC soustruh	starší verze, Windows 98 až Windows 7
S2020 GRAPHIC	CNC soustruh	nová verze pro Windows 10 (i 7 a 8), grafika vychází ze S2000
F2000 GRAPHIC	CNC frézka	starší verze, nápověda F2000 WOP
F2020 GRAPHIC	CNC frézka	nová verze, grafika vychází z F2000
S2020 MULTI, F2020 MULTI	počítač v učebně	multilicence simulátoru, plně kompatibilní s řídicím systémem

Systém běží na obyčejném počítači s Windows. Výrobce to vysvětluje tak, že se dá plně využít výkon počítače, paměť, grafika i síť. Pro výuku je důležité, že stejný program, který napíšeš v simulátoru v učebně, se dá spustit i na stroji.

Na jakých strojích Eltek běží

Výrobce na webu uvádí tyto stroje. Údaje jsou z jeho stránek, školní stroj může mít jiné vybavení.

Stroj	Řízení	Hlavní údaje podle výrobce
SUF 16 CNC, soustruh	S2000 GRAPHIC	repase elektrovýzbroje: vřeteno 1,2 kW, 40 až 3600 ot/min, krokové motory, posuv až 3000 mm/min, pro běžnou práci 2000 mm/min. Na přání 6polohová nástrojová hlava NH6, chlazení a kryt
S500/125 CNC, soustruh	S2020 GRAPHIC nebo Sinumerik 808D Turning	točný průměr nad suportem 160 mm, nad ložem 200 mm, točná délka 500 mm, 40 až 3600 ot/min, 6polohová hlava, chlazení
FC 16 CNC, frézka	F2020 nebo F2000 GRAPHIC	repase: vřeteno 1,1/2,2 kW, 40 až 3600 ot/min, posuvy 0,01 až 3000 mm/min, krok 2,5 µm
FCM 16 CNC, frézka	F2020 GRAPHIC nebo Sinumerik 808D Milling	pojezdy X, Y, Z 300 × 160 × 250 mm, kužel ISO 30, 40 až 3600 ot/min, ruční upínání nástroje, chlazení ovládá systém

> **PAMATUJ**
> Od roku 2017 umí Eltek připojit ke stejnému soustruhu S500/125 CNC nebo SUF 16 CNC a k frézce FCM 16 CNC i Sinumerik 808D. Konektory jsou kompatibilní s kabeláží S2000 Graphic, takže se podle výuky dá přepojit mezi Sinumerikem a S2000. Proto může být na jednom stroji jednou Eltek a jindy Sinumerik.

Jakým jazykem se programuje

Eltek nemá popisný dialog jako Heidenhain. Program se píše v **G kódu**. Výrobce uvádí volný formát podle normy **DIN 66025**, rozšířený o parametrické programování s plnou matematickou podporou. Díky tomu je systém slučitelný s CAD/CAM systémy a s jinými řídicími systémy. Nápověda F2000 uvádí dva podporované formáty: pevný formát kompatibilní se systémem FC 16 CNC a normu PAL. Formáty lze libovolně kombinovat.

Psát nemusíš jen ručně. Systém má dvě pomůcky, které ti blok poskládají. V panelu **Exec** napíšeš číslo funkce a systém ti nabídne adresy, které k ní patří. V panelu **WOP** (dílensky orientované programování) blok naklikáš myší v grafickém okně. Obě pomůcky najdeš v kapitole 3.

Úkol	Heidenhain, popisný dialog	Eltek, G kód
Rychloposuv	L X+10 FMAX	G00 X10
Přímka	L X+10 Y+20 F100	G01 X10 Y20 F100

Úkol	Heidenhain, popisný dialog	Eltek, G kód
Oblouk poloměrem	CR X+20 Y+10 R+5 DR-	G02 X20 Y10 R5
Korekce	RL, RR, R0	G41, G42, G40
Podprogram	LBL 1, CALL LBL 1	G25 L..., M17, nebo CALL a RETURN
Cyklus	CYCL DEF a CYCL CALL	jedna G funkce s adresami, třeba G64 X Z H F
Proměnné	Q parametry	parametry P0 až P99

Co umí systém kolem programu

- **Editor**: několik programů najednou v záložkách, barevná syntaxe, hledání a nahrazování.
- **Ladicí modul**: trasování programu v samostatném okně, hodnoty parametrů, kalkulátor.
- **Grafický simulátor**: u soustruhu plný matematický model stroje, nástrojů a obrobku s testem kolizí, výpočtem drsnosti a 3D modelem. U frézky nárys, půdorys, bokorys a 3D model s testem kolizí a dráhou nástroje.
- **CNC režim**: přehled o běhu programu, okno ladění i během obrábění a zobrazení zbytkové dráhy nástroje.
- **Vlastní cykly**: uživatel může vytvářet strojní cykly a doplňovat je do knihovny.
- **Postprocesory**: převod programů z multilicence S2020 a F2020 do ISO kódu systémů Sinumerik 8xx a přenos na soustruh EMCO COMPACT a frézku EMCO F1 přes rozhraní RS232.

> **PAMATUJ**
> Manuál vychází ze stránek výrobce, ze školního manuálu S2000 (SŠP Vyškov) a z nápovědy F2000 WOP. Verze 2020 vychází z verze 2000, ale v detailech se může lišit. Co je označené „ověř na stroji s UOV“, zkontroluj ve škole.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Eltek je česká firma ELTEK spol. s r.o. z Kroměříže.
- S2000 a S2020 řídí soustruh, F2000 a F2020 frézku. Systém běží na počítači s Windows.
- Programuje se G kódem podle DIN 66025, rozšířeným o parametry P0 až P99.
- Bloky ti pomůže poskládat panel Exec a panel WOP.
- Simulátor MULTI v učebně je kompatibilní s řídicím systémem na stroji.

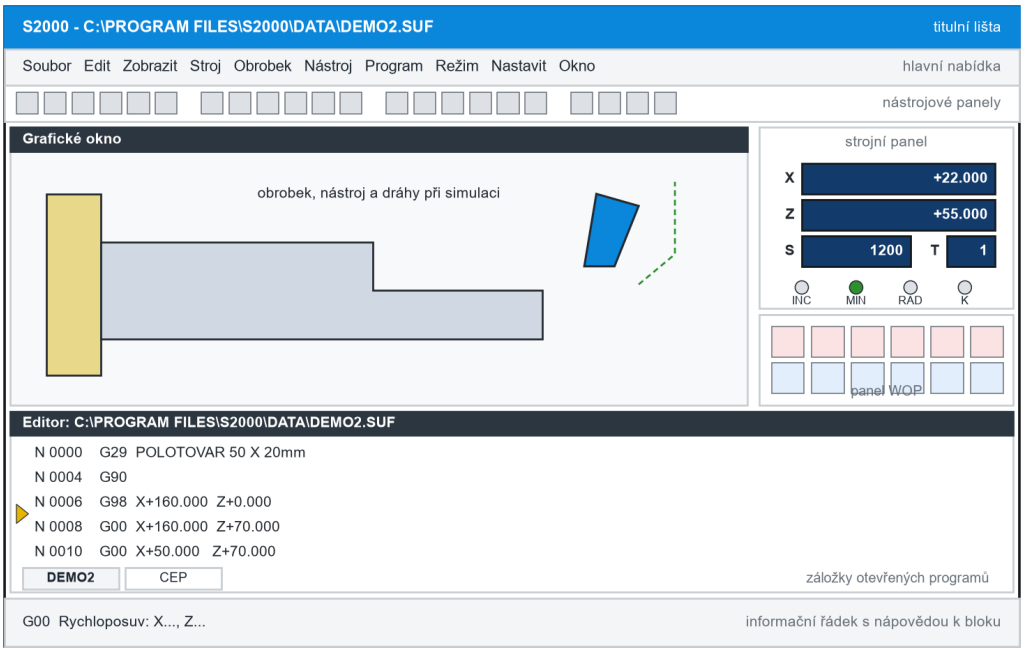
2

ZÁKLADY

Obrazovka a ovládání

Hlavní okno, nabídky, klávesové zkratky, strojní panel, editor a grafické okno.

Soustružnický systém spustíš z nabídky Start, Programy, S2000 WOP, S2000. Frézovací z nabídky Start, Programy, F2000 WOP, F2000. Otevře se hlavní okno. Nahoře je grafické okno, dole editor, vpravo strojní panel a panel WOP.



Obr. 2.1 Hlavní okno systému S2000 podle popisu ve školním manuálu a nápovědě. Vlastní schéma, ne snímek obrazovky.

Část okna	K čemu slouží
Titulní lišta	název systému a otevřeného programu. Modrá lišta znamená aktivní okno
Hlavní nabídka	všechny příkazy: Soubor, Edit, Zobrazit, Stroj, Obrobek, Nástroj, Program, Režim, Nastavit, Okno
Nástrojové panely	ikony nejčastějších příkazů: panel Standardní, Program a Stroj
Grafické okno	obrobek, upínač, nástroj a simulace obrábění
Strojní panel	souřadnice, otáčky, nástroj, posuv, strojní čas a stav programování
Panel WOP	ikony funkcí pro dílenské programování myší

Část okna	K čemu slouží
Editor se záložkami	zápis a úprava programů, každý otevřený program má vlastní záložku
Informační řádek	kontextová nápověda: popis bloku, na kterém stojí kurzor

Pracuje se vždy v aktivním okně. Okno aktivuješ tak, že na něj klikneš myší. Myš tu na rozdíl od některých jiných řízení používáš běžně, většina příkazů jde ale zadat i z klávesnice.

Hlavní nabídka

Nabídka	Co v ní najdeš
Soubor	Nový, Otevřít (Ctrl+O), Zavřít (Ctrl+U), Uložit, Uložit jako, Přenos dat, Tisk, Náhled, Konec
Edit	Zpět, Znovu, Vyjmout, Kopírovat, Vložit, Vybrat vše, Najít, Najít znova, Nahradit, Záložky
Zobrazit	Celkový pohled, Zvětšit, Zmenšit, Editor, Grafické okno, CNC řízení, Model, Ladění, u S2000 Drsnost povrchu, Celá obrazovka, Panely nástrojů, Informační řádek
Stroj	Pracovní oblast, Orientace stroje, Referenční bod, u S2000 také Upínač obrobků a Hrot
Obrobek	Rozměry, Otočit, Uchopit (F4), Číst, Uložit jako
Nástroj	Nástroje - korekce, Souřadnice, Nulový bod, Posunutí nulového bodu, Nulovat souřadnice
Program	Start, Blok po bloku, Krokovat, Start od kurzoru, Běh ke kurzoru, Aktuální blok, Zastavit, Zarážka, WOP
Režim	Simulace, Test, Kontinuální, Blok po bloku, Ruční řízení, Exec
Nastavit	Zobrazení simulace, Běh simulace, Pevný formát, Editor, Knihovny, u F2000 Vstupní a výstupní filtry
Okno	Další, Uspořádat

Klávesové zkratky

Klávesa	Co udělá	Kde
Ctrl+O	otevře program ze seznamu	S2000, F2000
Ctrl+U	zavře program	S2000
Ctrl+Tab	přepne na další záložku v editoru	F2000
F9	spustí simulaci plynule, po zastavení v ní pokračuje	simulace

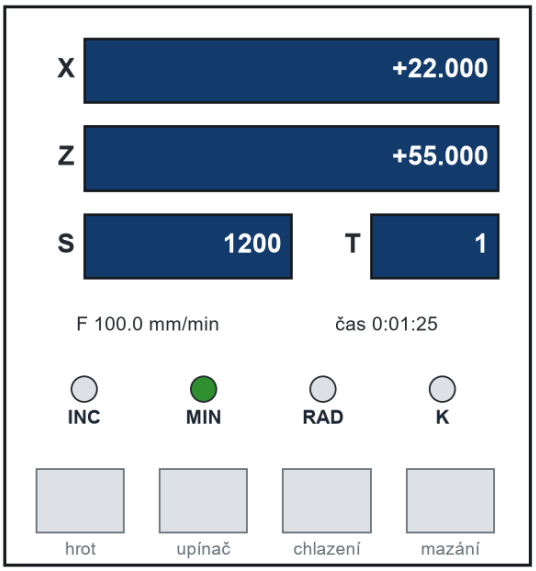
Klávesa	Co udělá	Kde
F8	vykoná další jeden blok	simulace
F7	krokuje i uvnitř externí funkce a podprogramu	F2000
Esc	zastaví běh, rozpracovaný blok se vždy dokončí	simulace
F12	okamžité zastavení programu	simulace i CNC
Ctrl+T	Test programu. V ručním řízení S2000 ale otočí nožovou hlavu	podle režimu
Alt+F5	3D model obrobku	simulace
F4	Uchopit: kurzor do nejbližšího bodu kontury nebo dráhy	grafické okno
Ctrl+D	potvrdí blok vytvořený ve WOP	WOP
Alt+Backspace	vrátí WOP až o 5 kroků zpět	WOP
Ctrl+Y	smaže řádek v editoru	editor
Ctrl+E	zobrazí nebo skryje panel Exec	simulace, CNC
Ctrl+R	ruční řízení	S2000
Ctrl+G	návrat do režimu simulace	CNC řízení
F11	spustí program na stroji, po pozastavení pokračuje	CNC řízení
F5	havarijní zastavení stroje	CNC řízení

POZOR

Stejná klávesa může v různých režimech dělat něco jiného. Ctrl+T je v simulaci Test, ale v ručním řízení S2000 otočí nožovou hlavu o jednu pozici. Před stiskem se vždy podívej, v jakém režimu jsi.

Strojní panel

Panel zapneš v nabídce Zobrazit, Panely nástrojů, Strojní panel. Ukazuje, co se právě děje: polohu nástroje, otáčky, nástroj, posuv a strojní čas. Kontrolky ti řeknou, jak systém právě chápe čísla v programu.



X, Z	okamžitá poloha nástroje (u frézky X, Y, Z)
S, T	otáčky vřetene a nástroj v hlavě
F, čas	posuv a strojní čas obrábění
INC	svítí: přírůstkové programování G91
MIN	svítí: posuv za minutu G94, jinak za otáčku
RAD	poloměrové, nebo průměrové programování X
K	konstantní řezná rychlost G96
ikony	strojní funkce, kliknutím je zapneš a vypneš

Obr. 2.2 Strojní panel S2000 a význam jeho údajů podle školního manuálu. Vlastní schéma.

U frézky F2000 panel ukazuje souřadnice X, Y a Z, otáčky S, nástroj T, posuv F, typ posuvu, strojní čas a stav INC a MIN. Ikony strojních funkcí jsou orientace stroje, upínač obrobků, chlazení a mazání. Ikona změní tvar a zároveň vyvolá akci.

Editor

Editor se chová jako běžný textový editor. Programů můžeš mít otevřených víc, každý má dole svou záložku. Když program neběží, mezi záložkami přepínáš kliknutím. U F2000 se po napsání funkce, třeba G01, a mezery objeví pod kurzorem krátká nápověda. Zavřeš ji klávesou Esc.

- **Najít a Nahradit**: volby Pouze celá slova a Rozlišovat malá a VELKÁ. Bez celých slov se najde „obr“ i uvnitř slova „obrobek“.
- **Záložky**: Edit, Záložky, Nastavit dá na řádek modrý obdélníček. Mezi záložkami skáčeš příkazy Další a Předchozí.
- **Nastavit, Editor**: barevná syntaxe, tabulátor, automatické zarovnávání, velká klíčová slova (for se změní na For) a písmo.

Grafické okno

U soustruhu vidíš obrobek z boku i s upínačem a případně hrotem. U frézky je okno rozdělené na půdorys XY, nárys XZ a bokorys YZ. Nárys a bokorys ukazují řez obrobkem v místě, které nastavíš pravým tlačítkem myši v půdorysu. Dole jsou souřadnice myši, měřítko a krok simulace.

Akce	Myší	Klávesnicí
Kříž pro WOP na bod	levé tlačítko	šipky, pak Enter
Přesun nástroje	Ctrl + levé tlačítko	Ctrl+Enter
Přesun nulového bodu	Shift + levé tlačítko	Shift+Enter
Zadání souřadnice myši	klik do řádku X, Y, Z	klávesa X, Y nebo Z
Rychlejší pohyb ukazatele		Ctrl + šipka

Tabulka platí podle nápovědy F2000. Po skončení simulace zobrazíš 3D model klávesami Alt+F5. U frézky s ním můžeš otáčet, posouvat ho a zapnout řez 3/4. U soustruhu S2000 je navíc v nabídce Zobrazit, Drsnost povrchu: klikneš na obrobenou plochu a systém ukáže průměrnou drsnost v mikrometrech. U závitu tato hodnota nedává smysl.

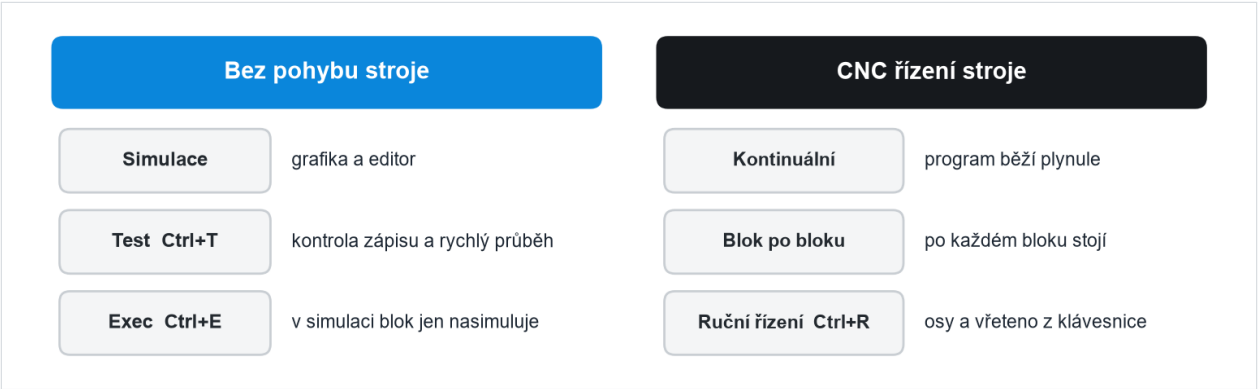
3

ZÁKLADY

Režimy, ruční řízení, Exec a WOP

Simulace, Test, CNC řízení, ruční řízení z klávesnice a pomůcky Exec a WOP.

Systém má šest režimů. Přepínáš je v nabídce Režim. V Simulaci a v Testu v simulaci se stroj nehýbe, proto v nich můžeš klidně zkoušet. Exec v simulaci blok jen nasimuluje (F9), v CNC řízení ho vykoná stroj (F11).

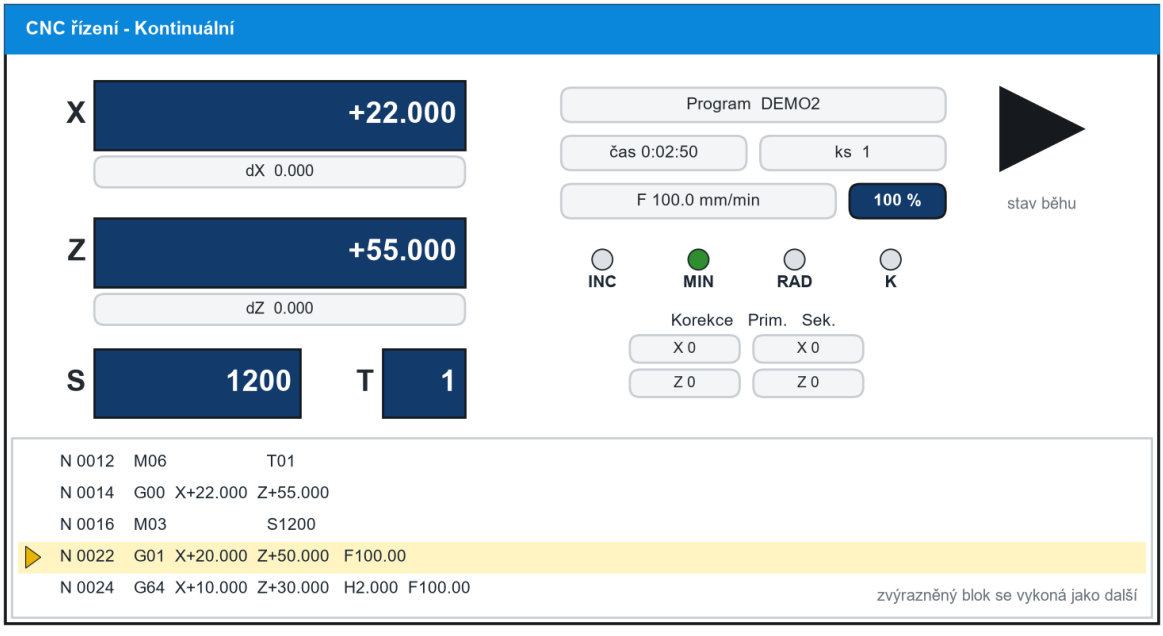


Obr. 3.1 Režimy systému S2000 a F2000. Vlastní schéma podle nabídky Režim.

Režim	Co dělá
Simulace	zobrazí grafické okno a editor. Program se kreslí, stroj stojí
Test	v simulaci nejdřív zkontroluje zápis a pak v paměti proběhne obrábění. Uvidíš jen výsledný obrobek. V CNC řízení proběhne zrychlený běh a kontrolují se souřadnice proti pracovní oblasti stroje. Jestli se při tom stroj pohybuje, podklady neříkají, ověř na stroji s UOV
Kontinuální	CNC řízení stroje, program běží plynule
Blok po bloku	CNC řízení stroje, po každém bloku program stojí
Ruční řízení	stroj ovládáš z klávesnice
Exec	ruční řízení s předvolbou: napíšeš blok a hned se vykoná, v CNC řízení na stroji. V ručním řízení ho nezapneš

CNC řízení stroje

Když stiskneš strojní klávesu startu, systém nejdřív sám zkontroluje program. Pokud je zápis v pořádku, program se rozběhne. Na obrazovce vidíš velké souřadnice nástroje, otáčky, číslo nástroje a nastavení: absolutní nebo přírůstkové programování, posuv za minutu nebo na otáčku a stav strojních funkcí.



Obr. 3.2 Okno CNC řízení v režimu Kontinuální. Vlastní schéma, rozložení podle snímku obrazovky na webu výrobce.

1. Zvol Režim, Kontinuální nebo Režim, Blok po bloku.
2. Spusť program: v nabídce Program zvol Start, Start od kurzoru nebo Aktuální blok a stiskni F11.

3. Po každém bloku se zvýrazní další blok a nápověda dole ukáže jeho význam. Vykonané bloky rolují nahoru.
4. V režimu Blok po bloku musíš po každém bloku stisknout F11 znovu.
5. F12 běh programu zastaví. Esc režim přeruší. Zpátky do simulace se dostaneš klávesami Ctrl+G.

Systém hlídá i chyby, které při kontrole zápisu odhalit nejde, například nesprávně zvolené otáčky vřetene. Mezi režimy Kontinuální a Blok po bloku můžeš přepnout i během běhu.

> **POZOR**
> Havarijní zastavení: při běhu programu a při nájezdu do reference zastavíš stroj okamžitě klávesou **F5**. V nouzi stiskni červené tlačítko na stroji. Nápověda F2000 ho jmenuje CENTRAL STOP, školní manuál S2000 popisuje STOP tlačítko silové části na konzole. Potom zkontroluj souřadný systém, znovu najeď do reference a nastav nulový bod.

Ruční řízení soustruhu S2000

Ruční řízení zapneš klávesami Ctrl+R nebo v nabídce Režim, Ruční řízení. Stroj pak ovládáš klávesnicí. Seznam kláves je dole na obrazovce.



Obr. 3.3 Klávesy ručního řízení S2000 podle školního manuálu. Vlastní schéma.

- **F2 a F3** roztočí vřeteno doleva nebo doprava. Opakovaným stiskem otáčky zvyšuješ, druhou klávesou je snižuješ.
- **F4** zastaví vřeteno a vynuluje otáčky. **F9** zastaví vřeteno a vynuluje souřadnice X a Z.
- **S** otevře řádek pro otáčky. Napiš hodnotu a Enter vřeteno rozběhne. Esc zápis zruší.
- **Ctrl+T** otočí nožovou hlavu o jednu pozici. Pozor: korekce se nepřepnou, zůstanou ty od nástroje naposledy použitého v CNC řízení.
- **R** přepne zobrazení X mezi poloměrem a průměrem.

Ruční řízení frézky F2000

- Jeden stisk směrové klávesy posune osu o **1 krok, tedy 0,005 mm**. Když klávesu držíš, osa jede pomalu a plynule.
- Rychloposuv dostaneš, když současně držíš klávesu rychloposuvu a směrovou šipku.
- Reference jedné osy: klávesa osy X, Y nebo Z a strojní klávesa reference.
- Nulování souřadnice: klávesa osy a klávesa 0 nebo CLR.
- Klávesa S otevře řádek pro otáčky. Vřeteno se roztočí strojní klávesou pro roztočení.

> **PAMATUJ**
> Strojní klávesy (start, reference, rychloposuv, roztočení vřetene) jsou na klávesnici stroje a nápověda je ukazuje jen jako obrázky. Jak vypadají na školním stroji, ověř na stroji s UOV.

Exec: blok z klávesnice

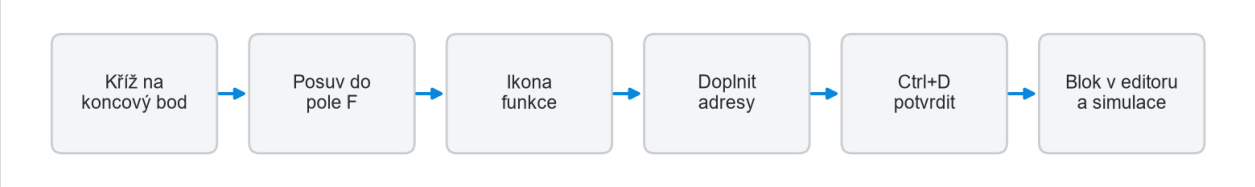
Exec je ruční řízení s předvolbou. Napíšeš jednu větu programu, systém ji hned vykoná a když chceš, připíše ji do programu. Hodí se pro jednoduché operace bez přípravy celého programu, třeba pro zarovnání čela.

1. Stiskni Ctrl+E nebo zvol Režim, Exec. Objeví se panel Exec.
2. Napiš číslo přípravné funkce, třeba G1, nebo stiskni M a napiš číslo pomocné funkce.
3. Po Enter se objeví řádky pro adresy, které funkce potřebuje, u G1 například souřadnice a posuv.
4. Vyplň je. Enter nebo Tab tě posune na další adresu. Řádky si pamatují posledních 10 hodnot, seznam otevřeš Alt+šipka dolů.
5. Blok připojíš k programu, nebo ho připojíš a vykonáš: F9 v simulaci, F11 v CNC řízení.

Tlačítkem Nastavit (Alt+S) zapneš čísla řádků N, formátování textu podle souboru S2000FIX.INI nebo F2000FIX.INI a volbu Připojit. Když Připojit vypneš, blok se jen vykoná a do programu se nezapíše.

WOP: dílenské programování myší

WOP znamená Workshop Oriented Programming, dílensky orientované programování. Panel WOP je vpravo dole a funguje, když je aktivní grafické okno.



Obr. 3.4 Postup tvorby bloku ve WOP podle nápovědy F2000. Vlastní schéma.

1. V grafickém okně dej nitkový kříž na koncový bod pohybu. Klikni levým tlačítkem nebo stiskni Enter. Tím zadáš X, Y a Z. Přesnější je napsat čísla přímo do polí souřadnic.
2. Do pole F napiš posuv, pokud ho funkce potřebuje.
3. Klikni na ikonu funkce.
4. Když funkce potřebuje další adresy, panel WOP si o ně řekne. Vyplň je.
5. Potvrď Ctrl+D nebo tlačítkem. Blok se zapíše do editoru a hned se nasimuluje.
6. Chybu vrátíš až o 5 kroků příkazem Edit, Zpět nebo Alt+Backspace.

Kam se blok zapíše, určíš v nabídce Program, WOP: Text na konec připojí blok na konec programu, Text na řádek ho vloží na řádek s kurzorem a původní řádek posune dolů.

4

PŘÍPRAVA STROJE

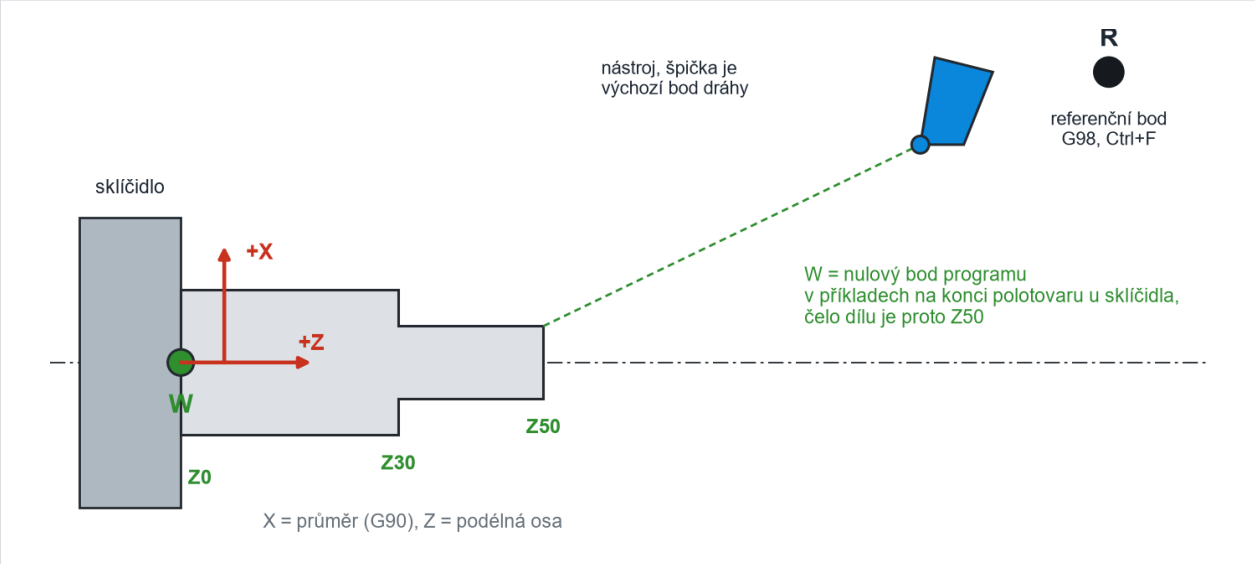
Nulové body a nástroje

Absolutní nula, reference, nulový bod programu, nástroje a jejich korekce na soustruhu i frézce.

Aby stroj věděl, kde je nástroj, potřebuje pevné body. Systém Eltek pracuje se třemi: absolutní nulou stroje, referenčním bodem a nulovým bodem programu.

Bod	Co to je	Jak se nastaví
Absolutní nula	nulový bod stroje, od něj se měří všechno ostatní	daný strojem a nastavením Stroj, Pracovní oblast
Referenční bod	pevný bod, do kterého stroj najíždí při referenci	Stroj, Referenční bod. Nájezd: G98 v programu, u S2000 Ctrl+F v ručním řízení
Nulový bod programu	bod, ke kterému se vztahují souřadnice v programu	Nástroj, Nulový bod, posunutí G54

Soustruh S2000



Obr. 4.1 Body na soustruhu v příkladech ze školního manuálu S2000. Vlastní schéma.

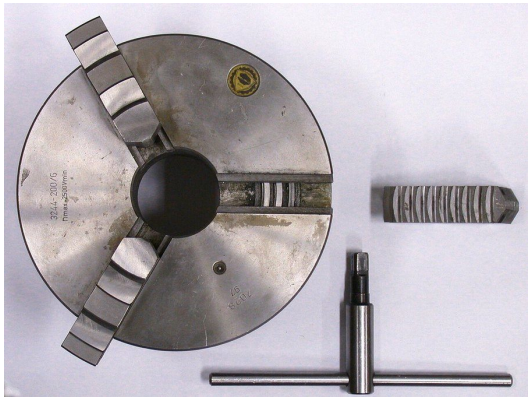
V příkladu DEMO2 ze školního manuálu leží nulový bod programu W na ose na konci polotovaru u upínače. Polotovar je dlouhý 50 mm, a proto má čelo dílu souřadnici Z50 a souřadnice Z rostou směrem od upínače. Příklady v kapitole 9 tuto konvenci dodržují. Kde je nulový bod na tvém stroji, určí UOV.

Polohu referenčního bodu vzhledem k absolutní nule stroje nastavuješ v nabídce Stroj, Referenční bod. Hodnota X má tady význam **poloměru**, průměrové programování neplatí. Školní manuál pro soustruh SUF 16 CNC uvádí X = 80 mm, protože reference leží na maximálních rozměrech stroje. V programu DEMO2 je proto nájezd G98 X+160.000, tedy průměr 160 (ověř na stroji s UOV).

Zápis	Co udělá podle podkladu
G98 X Z	nájezd do reference, nejdřív X, potom Z. Rychloposuvem najede, pomalu sjede a znovu najede menším posuvem. Pak přiřadí suportu hodnoty X a Z a zruší konstantní řeznou rychlost
G92 X Z	přiřadí okamžité poloze nástroje souřadnice X a Z a zruší konstantní řeznou rychlost. Může nahradit nájezd do reference
G54 X Z	posune nulový bod vzhledem k absolutní nule. Při průměrovém programování se většinou posouvá jen Z. Bez X a Z použije hodnoty z Nástroj, Posunutí nulového bodu
G53	zruší posunutí G54
Nulovat souřadnice	příkaz v nabídce Nástroj. Souřadný systém se přesune na špičku nástroje, nejdřív v Z, pak v X

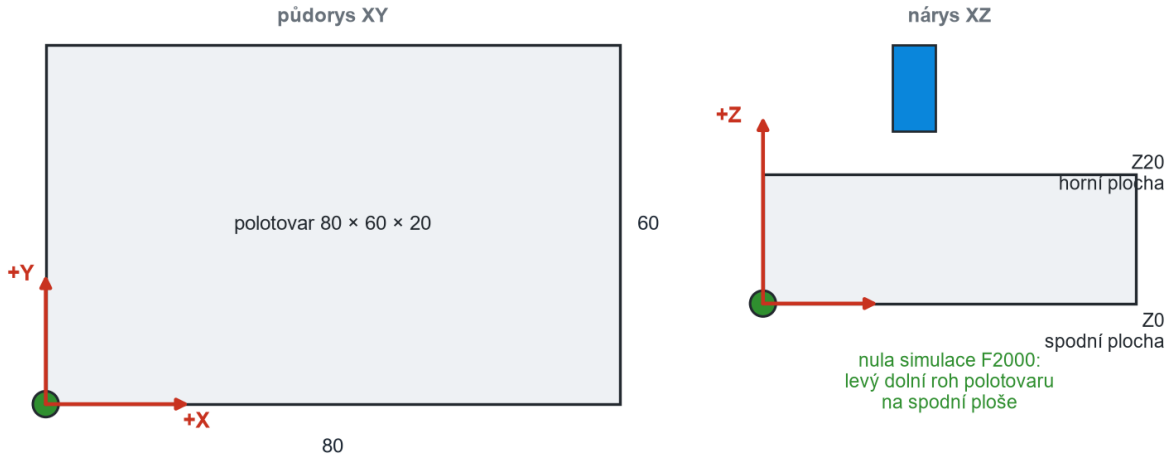
POZOR

Reference je nutná vždy, když se ztratí souřadný systém: po havarijním zastavení nebo po výpadku elektrické sítě. Školní manuál uvádí, že G55 až G57 jsou u S2000 vyhrazené pro budoucí rozšíření a nemají význam.



Obr. 4.2 Tříčelisťové sklíčidlo s klíčem. Od čela upínače se v příkladech S2000 počítá souřadnice Z. Ilustrační fotografie, ne školní stroj.
Vlastník obrázku: Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ThreeJawChuckKey.jpg

Frézka F2000



Obr. 4.3 Nulový bod pro simulaci na frézce F2000. Vlastní schéma podle nápovědy.

V simulaci F2000 je absolutní nula v levém dolním rohu obrobku při pohledu na půdorys a na jeho spodní ploše. Souřadný systém je pravotočivý. Horní plocha polotovaru vysokého 20 mm má tedy Z20. Takto jsou napsané i příklady v kapitole 10.

Posunutí nulového bodu dělá G54 až G57 a ruší ho G53. Když v G54 napíšeš X, Y nebo Z, posune se nulový bod jen v napsaných osách. Bez adres se použije posunutí z nabídky Nástroj, Posunutí

nulového bodu. Nástroj, Nulový bod nastaví nulu vždy vzhledem k absolutní nule.

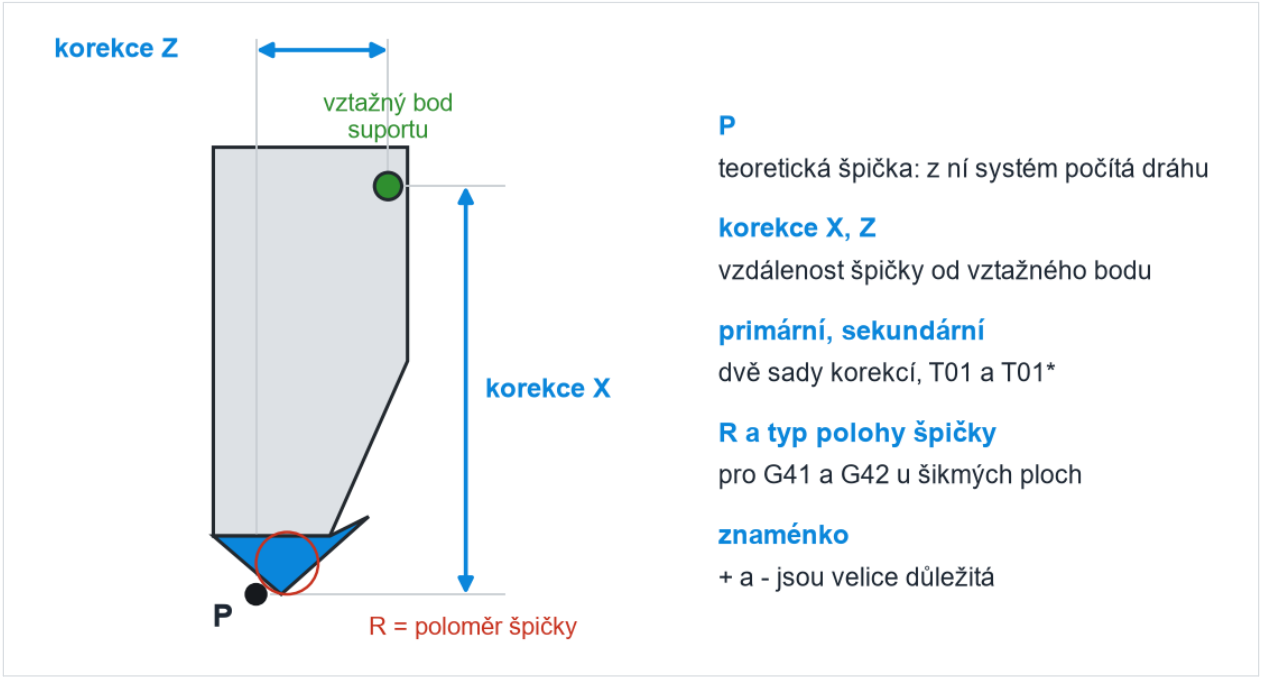
```
G54           // posun podle hodnot v dialogovém panelu
G54 X100 Y100 Z0
G54 X100      // posune nulu jen v ose X
```

POZOR

Funkce G98 má na frézce dva významy. Na frézce FC16 přeorientuje osy do svislé konfigurace a G99 do vodorovné. Na F300 je G98 nájezd do reference v pořadí Z, X, Y. Referenční bod v nabídce Stroj nápověda F2000 uvádí jako vyhrazený pro budoucí rozšíření. Co G98 dělá na školní frézce, ověř na stroji s UOV.

Nástroje a korekce na soustruhu

Nástroje nastavíš v nabídce Nástroj, Nástroje - korekce. Vlevo je Knihovna, vpravo Ukázka vybraného nástroje. Nástroj z knihovny přidáš na konec seznamu, nahradíš jiným nebo ho ze seznamu zrušíš. Tvar nástrojů v programu měnit nejde, nové se kreslí jen v CAD programu.



Obr. 4.4 Korekce soustružnického nože. Vlastní schéma podle popisu ve školním manuálu.

- Nástroje jsou T1 až T6, protože hlava NH6 má šest pozic. Víc nástrojů zadat jde, ale do hlavy se nevejdou.
- Osové nástroje, třeba vrtáky, mají v knihovně značku @. Zadáš jim průměr.
- Nejdřív vyplň seznam nástrojů, pak korekce. Tlačítko **Uložit jako implicitní** je teprve zapíše.
- V simulaci se korekce neberou v úvahu. Platí až při řízení stroje.

Tři způsoby, jak zjistit korekce

Postupy jsou ze školního manuálu S2000. Korekci X hledáš na průměru, korekci Z na délce.

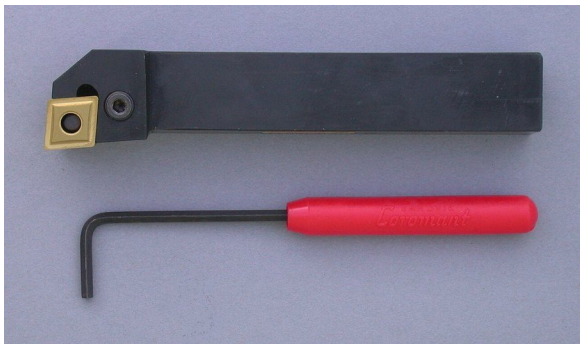
1. **Seřizovací program a známý obrobek.** Napiš krátký program s nájezdem do reference a nájezdem na známý rozměr, v manuálu je to polotovar Ø20 × 50. Seřizovaný nástroj musí mít korekce 0,000. Pozor, nástroj najede jinam, než čekáš, obrobek proto při nájezdu v pracovním prostoru nesmí být. Pak vynuluj souřadnice, odjeď, vlož obrobek a v ručním řízení najeď na hranu. Buď s roztočeným vřetenem hranu lehce škrtneš, nebo při **stojícím vřetenu** použiješ tenký papír. S papírem v ruce se k roztočenému obrobku nikdy nepřibližuj. Odečtenou hodnotu zapiš do tabulky, nebo ji načti tlačítkem Primární či Sekundární.
2. **Optika nebo kalibrační šablona.** Najeď kontrolním trnem na optiku a stiskni Kalibrace, systém si zapamatuje polohu suportu. Pak vyber nástroj, najeď jím na optiku a stiskni Primární nebo Sekundární. Systém zapíše negovanou vzdálenost od kalibrační polohy. Nakonec doplň typ polohy špičky a poloměr špičky R.
3. **Obrobení součásti.** V ručním řízení obrob kousek hřídele, změř ho a porovnej se souřadnicemi, které hlásí systém. Rozdíl je korekce. Hodnotu v X, která je na průměru, musíš **půlit**.

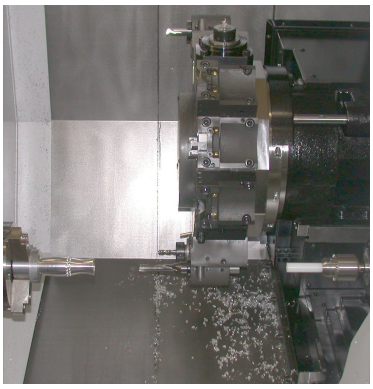
> **POZOR**
> Žádná z metod nezaručí konečnou přesnost. Vždy následuje zkušební obrobení a doladění korekce přičtením nebo odečtením naměřeného rozdílu. Hlídej znaménka + a -.

Volání nástroje v programu

Zápis	Význam
T2	výměna na nástroj 2 s korekcemi z tabulky. Samotné T stačí, M06 není nutné
M06 T01	výměna nástroje, jak ji píše program DEMO2
M06 X Z T	X a Z jsou korekce zapsané v programu, mají přednost před tabulkou
T0212	nástroj 2 a korekce z řádku 12 tabulky
T01*, T0112*	hvězdička: použijí se sekundární korekce

> **PAMATUJ**
> Školní manuál S2000 u příkladu T0112 píše, že se použije nástroj číslo 2. Podle pravidla v nápovědě F2000 (první dvojčíslí je nástroj, druhé korekce) jde o nástroj 1 a korekci 12. Které čtení platí na tvém stroji, ověř s UOV.





Obr. 4.5 Vlevo soustružnický nůž s vyměnitelnou břitovou destičkou, vpravo revolverová nástrojová hlava na jiném CNC soustruhu. Hlava NH6 u strojů Eltek vypadá jinak. Ilustrační fotografie.
Vlastník obrázku: vlevo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LatheCarbideTippedTool.jpg; vpravo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MoriSeiki-examples.jpg

Nástroje a korekce na frézce

1. V nabídce Nástroj, Nástroje - korekce zvol typ nástroje a klikni na Přidej.
2. Dvakrát klikni do sloupce Průměr a zapiš hodnotu. Stejně vyplň sloupce Délka, Úhel a Korekce. Válcová fréza má úhel 180°.
3. U válcové, úhlové a kulové frézy můžeš zadat R2, význam ukazuje obrázek u typu frézy.
4. Typ změníš tlačítkem Nahraď, nástroj vypustíš tlačítkem Vypusť.

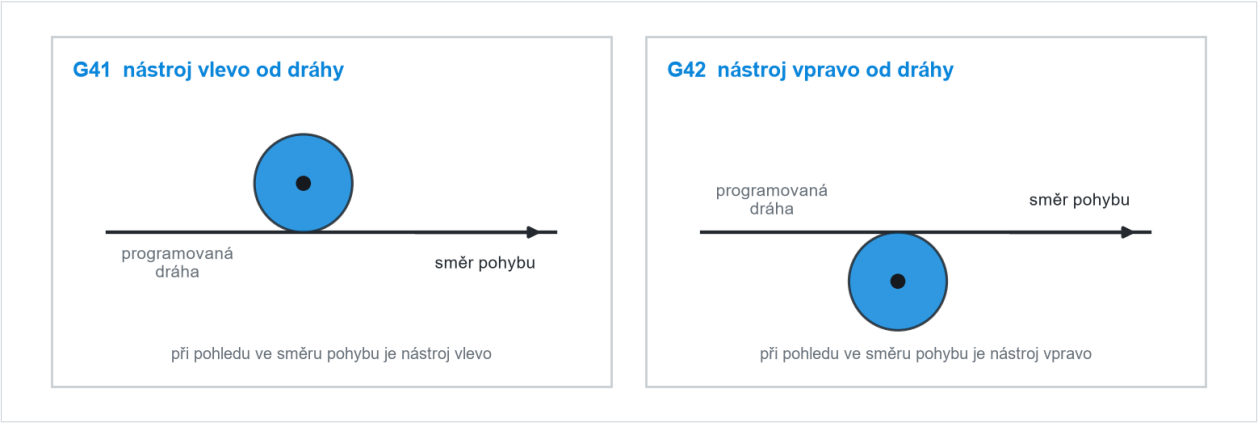
Zápis	Význam podle nápovědy F2000
T1	výměna nástroje, číslo 0 až 99. Korekce ze stejného řádku tabulky
M06 D Z T S	D průměr a Z korekce mají přednost před tabulkou, S zadá otáčky. D, Z a S jsou nepovinné
T0212	nástroj 2 s korekcí 12

Číslo T musí souhlasit s číslem v tabulce. Výměna nástroje ruší korekci G41 a G42 i konturovací režim G09. Průměr nástroje systém používá pro korekci a v některých cyklech, třeba v G72.



Obr. 4.6 Vlevo stopkové frézy, vpravo vrtání s třískami. Ilustrační fotografie.
Vlastník obrázku: vlevo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MillingCutterSlotEndMillBallnose.jpg; vpravo JJ Harrison (https://www.jjharrison.com.au/), Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSS_Twist_Drill_into_Aluminium_with_Lubricant.jpg

Korekce poloměru G40, G41, G42



Obr. 4.7 Korekce vlevo a vpravo od dráhy. Vlastní schéma.

Bez korekce systém vede po kontuře teoretickou špičku nože nebo střed frézy. Na šikmých plochách a obloucích pak vzniká chyba rozměru. S korekcí stačí programovat obrys dílu a systém dráhu posune o poloměr. G41 dá nástroj vlevo od kontury, G42 vpravo, při pohledu ve směru pohybu. G40 korekci zruší.

- **Soustruh**: korekce se počítá z poloměru špičky R a z typu polohy špičky v tabulce Nástroje - korekce.
- **Frézka**: první pohyb po zapnutí korekce musí být přímka G01 v rovině XY. Poslední pohyb před G40 jde ještě po ekvidistantě, pak nástroj najede na programovaný bod.
- Na frézce zrcadlení jen podle osy X nebo jen podle Y obrátí G41 na G42. Zrcadlení proto zapni před korekcí.

5

JAZYK A FUNKCE

Stavba programu

Soubory, pevný a volný formát, adresy a kostra programu pro soustruh a frézku.

Soubory

Soubor	Co obsahuje
.SUF	program soustruhu v S2000
.FC	program frézky v F2000. Když příponu nenapíšeš, systém ji doplní
.SET	nastavení k programu F2000: nástroje, korekce, grafika. Ukládá se s programem pod stejným jménem
.OBR	uložený obrobek S2000 pro pokračování obrábění
LIB\L0800.FC	podprogram L08 ve složce LIB
LIB\G81.FC	externí funkce G81, dodaná se systémem
S2000FIX.INI, F2000FIX.INI	formát bloků pro Exec a pevný formát

> **TIP**
> Když u F2000 soubor .SET chybí, musíš nástroje a nastavení zadávat pokaždé znovu. Program proto ukládej příkazem Uložit, ne kopírováním samotného textu.

Pevný a volný formát

Pevný formát je úplný a přehledný. Blok má tvar N, G a všechny adresy dané funkce, nebo N, M a jeho adresy. Žádná adresa není modální, takže se musí opakovat i stejná hodnota. Místo čísel mohou být parametry P0 až P99.

```
N 010  G00  X50  Y 0  Z100
N 020  G00  X49  Y 0  Z100
```

Volný formát je volnější. Nezáleží na velikosti písmen ani na umístění v řádku a číslo bloku N je nepovinné. Modální jsou adresy **G, X, Y, Z a F**, takže když se nemění, nemusíš je psát. Adresy **M, R, I, J, K, S, T, L, H, U, W** modální nejsou a píšou se vždy, když je funkce potřebuje.

Ve volném formátu jde u F2000 zadat jednu osu přírůstkově i v absolutním programu. Před adresu napíšeš písmeno d. Když potřebuješ střed oblouku I, J, K absolutně, přidáš do bloku Q70.

```
G0 X 20 Y 1 dZ-2            // jen Z se bere přírůstkově
G1 dX 1 Y 20 dZ -2 F 0.5
N 020  G02 X 30  I 20  J 10  Q70
```


Adresy

Adresa	Význam
N	číslo bloku, nepovinné. U S2000 jsou v příkladech čtyřmístná čísla, např. N 0100
G, M	přípravná a pomocná funkce
X, Y, Z	souřadnice. X na soustruhu je průměr po G90, poloměr po G24
I, J, K	u F2000 vzdálenost středu oblouku od počátku oblouku. U S2000 je K stoupání v G33, G78, G79
R	poloměr oblouku, u F2000 se zadává oblouk nejvýš do 180°
F	posuv v mm/min (G94) nebo mm/ot (G95)
S	otáčky vřetene, u F2000 40 až 3600
T	nástroj, případně s číslem korekce
L	číslo bloku nebo návěští ve skoku, u F2000 samostatně volání podprogramu
H, U, W	hloubka třísky nebo přírůstek v cyklech
J, H	počet opakování v G26, u F2000 1 až 100
P0 až P99	parametry, proměnné programu

Kostra programu soustruhu

Program DEMO2 ze školního manuálu má tuto stavbu. Stejné pořadí používej i ve svých programech. Před M30 je dobré zastavit vřeteno M05, jak to dělají vlastní příklady v kapitole 9.

```
N 0000  G29  POLOTOVAR 50 X 20mm
N 0004  G90
N 0006  G98  X+160.000  Z+0.000
N 0008  G00  X+160.000  Z+70.000
N 0010  G00  X+50.000   Z+70.000
N 0012  M06  T01
N 0014  G00  X+22.000   Z+55.000
N 0016  M03  S1200
...
N 0028  M30
```

G29 popis programu, bez háčků a čárek
G90 absolutně a průměrově
G98 nájezd do reference
G00 odjezd do bezpečné polohy
M06 T výměna nástroje
G00 nájezd nad obrobek
M03 S vřeteno doprava, otáčky
M30 konec programu

Kostra programu frézky

Kostra pro F2000 je sestavená z funkcí v nápovědě. Nápověda celý vzorový program neobsahuje, proto ji ber jako doporučení a ověř v simulaci a s UOV.

```
G29 DESKA
G90
M06 T1
M03 S1500
G00 X-10 Y-10 Z25
...
G00 Z50
M05
M30
```

G29 název, prvních 12 znaků je návěští
G90 absolutní programování
M06 T1 výměna nástroje
M03 S vřeteno, otáčky
G00 nájezd nad obrobek
... obrábění
G00 Z odjetí nahoru
M05, M30 stop vřetene, konec

Poznámky v programu

- **G29 Text**: poznámka nebo návěští. Na běh programu nemá vliv. U S2000 piš bez háčků a čárek. U F2000 slouží prvních 12 znaků jako návěští pro skoky.
- **//**: za dvěma lomítky je komentář. Tak jsou psané příklady v nápovědě F2000, třeba P2 = -10 //konečná Z souřadnice. U S2000 to školní manuál neuvádí, ověř na stroji s UOV.
- **M29**: vypíše text nebo hodnotu do okna Ladění, záložka M29. Text je v uvozovkách, výrazy odděluješ středníkem nebo čárkou.

```
M29 "Hodnota parametru 10: ";P10
M29 "P1=";P1;"P2+P3=";P2+P3
```

6

JAZYK A FUNKCE

Funkce soustruhu S2000

Všechny přípravné a pomocné funkce S2000 a pevné cykly pro hrubování, zápichy, závity a vrtání.

Tabulky jsou podle školního manuálu S2000 ze SŠP Vyškov, který popisuje soustruh SUF 16 CNC. Adresy jsou tak, jak je manuál uvádí. Funkce, které manuál nemá, v systému být mohou, ale tady nejsou.

Přípravné funkce G

Funkce	Adresy	Význam
G00	X Z	rychloposuv. Nikdy na obrábění ani na najetí až k hraně obrobku
G01	X Z F	přímka posuvem F. Při F=0 platí posuv z M99
G02	X Z R F	oblouk ve směru hodinových ručiček
G03	X Z R F	oblouk proti směru hodinových ručiček
G04	T	prodleva v sekundách, třeba na ustálení otáček
G21		prázdný blok, systém ho přeskočí
G24		poloměrové programování X, zruší ho G90
G25	L	skok do podprogramu od bloku L, návrat M17
G26	L J	podprogram od bloku L opakovaný J-krát
G27	L	programový skok na blok L, dopředu i dozadu
G29	text	poznámka nebo návěští
G33	Z K	řezání závitu: na otáčku vřetene posuv K
G40		zrušení korekce poloměru špičky
G41, G42		korekce poloměru špičky vlevo a vpravo od kontury
G53		zrušení posunutí nulového bodu
G54	X Z	absolutní posunutí nulového bodu

Funkce	Adresy	Význam
G64	X Z H F	podélné hrubování
G66	X Z H F	zapichovací cyklus
G68	X Z H F	čelní hrubování
G73	Z H F	vrtání s přerušením
G78	X Z H K	řezání závitu s velikostí třísky
G79	X Z H K	metrický závit šikmým přísuvem
G81	Z F	vrtání
G82	X Z E R D H	hrubování kuželového obrysu
G83	Z H F	vrtání s výplachem
G85	Z F	vystružování
G90		absolutní a zároveň průměrové programování. Platí po spuštění
G91		přírůstkové programování
G92	X Z	přiřazení souřadnic okamžité poloze nástroje
G94		posuv v mm/min. Platí, když nezadáš G94 ani G95
G95		posuv v mm na otáčku
G96		konstantní řezná rychlost od okamžité polohy nástroje
G97	S	pevné otáčky, ruší G96. Projeví se až s M03 nebo M04
G98	X Z	nájezd do reference

Pomocné funkce M

Funkce	Adresy	Význam
M00		programový stop. Pokračuje se novým spuštěním
M03	S	vřeteno doprava (CW). Bez S platí otáčky z G97
M04	S	vřeteno doleva (CCW)
M05		stop vřetene, ruší konstantní řeznou rychlost
M06	X Z T	výměna nástroje, X a Z jsou korekce v programu

Funkce	Adresy	Význam
M08, M09		chlazení zapnout a vypnout. SUF 16 podle manuálu chlazení nemá
M17		konec podprogramu a návrat o blok níž za místo volání
M20, M21		upnutí a uvolnění pinoly koníku. Na SUF 16 jen v grafice
M29	text	textové hlášení do okna Ladění, záložka M29
M30		konec programu, návrat do editoru. Co je za M30, se nečte
M99	F	definice posuvu pro bloky s F=0

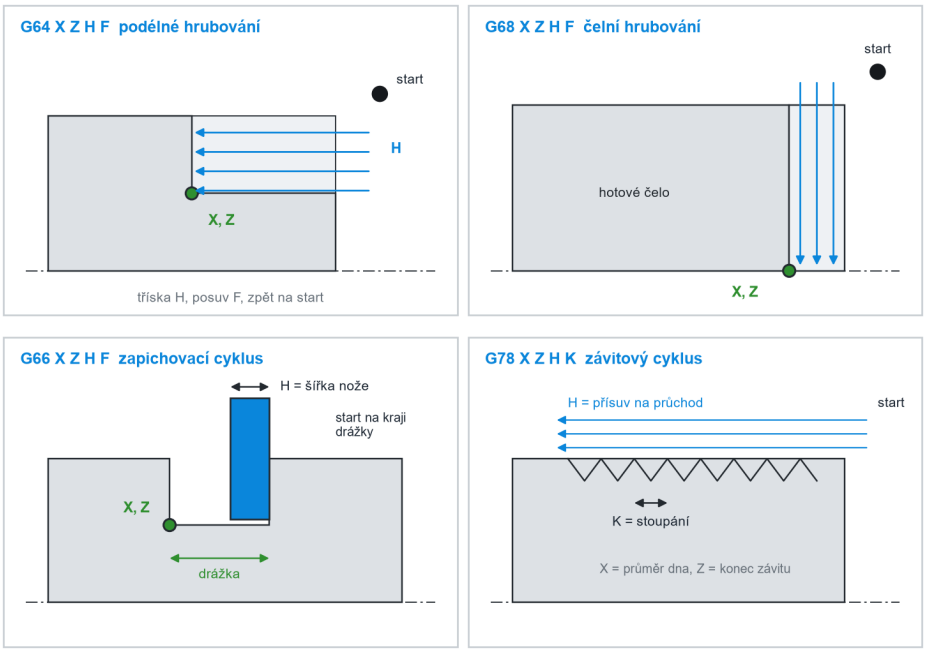
> **POZOR**
> Směr G02 a G03 na soustruhu závisí na nastavení Stroj, Orientace stroje. Podle školního manuálu odpovídá volba Inverzní G02, G03 stroji s nástrojem před osou (přední stůl), což je SUF 16 CNC. S jiným nastavením se oblouk vykoná obráceně. Po každé změně nastavení zkontroluj oblouk v simulaci.

Poznámky k vybraným funkcím

- Před **G96** už musí být vřeteno roztočené, aby systém mohl z polohy X počítat otáčky. Konstantní řeznou rychlost ruší start a stop vřetene, G92, G97 a reference. Jakou adresou se zadává řezná rychlost, manuál neuvádí, ověř na stroji s UOV.
- **G33** je jeden závitový pohyb synchronizovaný s vřetenem. Manuál ho doporučuje spíš do podprogramů pro šroubovice na čele nebo kuželu. Na běžný závit je G78 nebo G79.
- **G25 a G26** volají podprogram ve stejném programu. Podprogram musí končit M17, jinak přijde hlášení, že podprogram nebyl ukončen.
- **M99 F** předdefinuje posuv. Bloky s F0 pak jedou tímto posuvem. Když v bloku napíšeš konkrétní F, platí to.

Pevné cykly soustruhu

Cyklus je jedna G funkce, která udělá celou operaci. Nástroj před cyklem postav do výchozího bodu. Po cyklu se nástroj vrátí do výchozí polohy, tedy na souřadnice předchozího bloku.



Obr. 6.1 Pevné cykly S2000: podélné a čelní hrubování, zápich a závit. Vlastní schéma podle popisu ve školním manuálu.

Cyklus	Adresy	Co dělá
G64	X Z H F	odebírá třísky H posuvem F až na průměr X do vzdálenosti Z. Přejezdy rychloposuvem. Nakonec zahladí čelo osazení a vrátí se
G68	X Z H F	totéž na čele: třísky H kolmo na osu Z až na X a Z, začištění a návrat. Hodí se i na nákružky, kde podélné hrubování nejde
G66	X Z H F	zápich nožem šířky H na X a Z. Z je konečná poloha drážky, šířku nože nepočítáš. Dno začistí posuvem F a vyjede zpět
G78	X Z H K	závit stoupání K. Každý průchod hlouběji o H kolmo k ose, vždy při stejném úhlu vřetene
G79	X Z H K	jako G78, ale přísuv jde šikmo rovnoběžně s bokem metrického závitu. Lepší řezné podmínky
G82	X Z E R D H	hrubování kužele s přilehlým válcem

Adresy cyklu G82

Adresa	Význam podle manuálu
X	konečný průměr
Z	rohový bod kuželové kontury ve směru osy
E nebo L	koncový bod kuželové kontury ve směru osy
R	počáteční průměr
D	hloubka jednoho řezu
H	přídavek na čisto, vždy povinný. Bez přídavku H0. Vnější cyklus kladný, vnitřní záporný

PAMATUJ

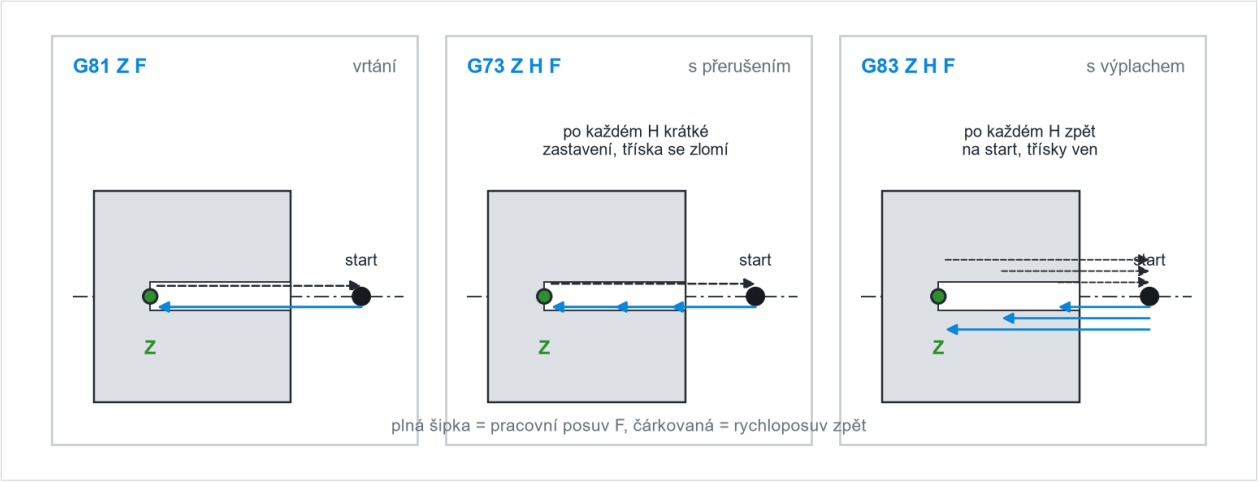
Manuál neuvádí, jestli je tříska H v G64 a G68 na průměru, nebo na poloměru, ani ze které hrany zapichovacího nože počítá G66. Než cyklus použiješ na stroji, ověř to v simulaci a s UOV.



Obr. 6.2 Kontrola stoupání závitu závitovou měrkou. Stoupání zjištěné na dílu je hodnota K v G78 a G79. Ilustrační fotografie.
Vlastník obrázku: Craig Howell from San Carlos, CA, USA, Wikimedia Commons, licence CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Measuring_the_studs_with_a_thread_gauge.jpg

Vrtání na soustruhu

Vrtací cykly jdou v ose Z. Před cyklem najeď na osu rotace, tedy obvykle X0. Po cyklu se nástroj vrátí rychloposuvem na výchozí pozici, jen u G85 posuvem F.



Obr. 6.3 Vrtací cykly G81, G73 a G83. Vlastní schéma podle popisu ve školním manuálu.

Cyklus	Adresy	Co dělá
G81	Z F	vrtání na Z posuvem F, zpět rychloposuvem
G73	Z H F	hlubší díry: po každém přírůstku H se posuv na okamžik zastaví a tříska se zlomí
G83	Z H F	velmi hluboké díry: po každém H vyjede vrták rychloposuvem na start a vrátí se tam, kde skončil
G85	Z F	vystružování na Z posuvem F, zpět také posuvem F

7

JAZYK A FUNKCE

Funkce frézky F2000

Funkce F2000, cykly pro kapsy a vrtání, knihovní podprogramy L a zrcadlení.

Tabulky jsou podle nápovědy F2000 WOP. Adresy v hranatých závorkách jsou nepovinné. Lomítko znamená, že se píše buď jedna, nebo druhá adresa. Některé funkce jsou v systému napsané jako externí soubory ve složce LIB, třeba G10.FC nebo G81.FC.

Přípravné funkce G

Funkce	Adresy	Význam
G00	X Y Z	rychloposuv
G01	X Y Z [F]	přímka posuvem F. Při F=0 platí M99, bez F předchozí hodnota
G02, G03	X Y Z R [F]	oblouk CW a CCW daný poloměrem, nejvýš 180°
G02, G03	X Y Z I J K [F]	oblouk daný středem: I, J, K je vzdálenost středu od počátku. Chybějící adresa má hodnotu 0. Změna ve třech osách je šroubovice
G04	T / X / W	prodleva, T a X v sekundách, W v milisekundách
G08, G09		G09 zapne konturovací režim, G08 ho zruší. Zruší ho také M06, pevný cyklus nebo podprogram
G10	U A	rychloposuv v polárních souřadnicích v rovině XY: U vzdálenost, A úhel od osy X proti směru hodinových ručiček
G11	U A [F]	přímka v polárních souřadnicích
G17, G18, G19		rovina kruhové interpolace XY, XZ, YZ. Po startu platí G17
G21		prázdný blok
G25	L	skok do podprogramu ve stejném souboru, konec M17 nebo RETURN
G26	L J / L H	podprogram opakovaný J- nebo H-krát
G27	L	programový skok na blok nebo návěští
G29	text	návěští nebo poznámka
G31, G131, G231	X Y Z F	nájezd na sondu ve směru Z, X nebo Y. Poloha se uloží do P120 až P122
G40, G41, G42		zrušení korekce, korekce vlevo a vpravo od kontury
G53		zrušení posunutí nulového bodu
G54 až G57	[X] [Y] [Z]	posunutí nulového bodu
G72	X Y Z W F	obdélníkový cyklus
G81, G83, G85	Z (W) F	vrtání, vrtání s výplachem, vystružování
G90, G91		absolutní a přírůstkové programování
G92	X Y Z	přiřazení souřadnic okamžité poloze

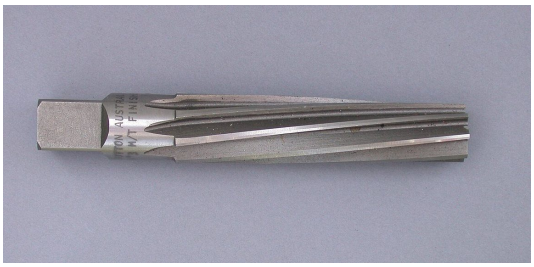
Funkce	Adresy	Význam
G94, G95	[F]	posuv za minutu a na otáčku
G97	[S]	otáčky vřetene, projeví se s M03 nebo M04
G98	X Y Z	FC16 svislá konfigurace, F300 reference
G99		FC16 vodorovná konfigurace
G272	X Y Z R L H F	obdélník se zaoblenými rohy

Cykly a externí funkce

Funkce	Adresy	Co dělá podle nápovědy
G72	X Y Z W F	obdélníkové vybrání po vrstvách W, celková hloubka Z, X a Y je koncový roh. Korekce podle průměru nástroje automaticky. Bez W na jednu třísku
G81	Z F	vrtání do hloubky nebo o vzdálenost Z, zpět rychloposuvem
G83	Z W F	vrtání hluboké díry, po každém W vrták vyjede kvůli třískám. Bez W je W = 6 mm
G85	Z F	vystružování, zpět také posuvem F
G272	X Y Z R L H F	obdélník se zaoblenými rohy: X, Y střed, Z hloubka, R zaoblení, L délka, H šířka. Posuv při vrtání je polovina F
G961	B K S [A]	vrtání na roztečné kružnici: B poloměr, K hloubka přírůstkově, S počet děr, A úhel první díry. Střed je okamžitá poloha, pořadí CCW. Nástroj zůstane nad poslední dírou
G967	I J K E	pravoúhlý zámek: I a J délky, K hloubka přírůstkově, E tříska. Střed je okamžitá poloha, rohy mají poloměr nástroje
G981	Z [W]	vrtání: rychloposuvem z vratné roviny do pojistné, pak G81
G982, G983	Z [W] [A] [B] [D] [K]	vrtání s dělením třísky: K první hloubka, D zmenšení, B prodleva. G983 se vrací na bezpečnostní rovinu, A prodleva pro vyprázdnění
G985, G986	Z [W]	vystružování a vyvrtávání. G986 zastaví vřeteno a vyjede
G987	X Y Z I K [W] [B] [V]	pravoúhlý zámek: I šířka třísky v % průměru frézy, K tříska, B poloměr rohů, V posuv při vrtání
G988, G989	Z B (C) I K [W]	kruhový zámek, G989 s čepem. Obě ruší korekce

PAMATUJ

U cyklů G961, G967 a G981 až G989 nápověda píše „přírůstkově“, ale neuvádí znaménko hloubky. U G72 a G272 neuvádí, jestli je Z souřadnice dna, nebo hloubka. Než je použiješ, zkus je v simulaci a ověř na stroji s UOV. Příklady v kapitole 10 proto používají knihovní podprogramy L200 a L900, které mají parametry popsané podrobněji. Ani u nich ale podklad neříká všechno, viz kapitola 10.



Obr. 7.1 Výstružník. Vystružovací cykly G85 a G985 a podprogram L85 vrací nástroj z díry posuvem, ne rychloposuvem. Ilustrační fotografie.
Vlastník obrázku: Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ReamerMorseTaper3.jpg

Knihovní podprogramy L

Podprogramy L mají vstupy v parametrech P. Parametry zapíšeš před volání a pak napíšeš L a číslo. Všechny podprogramy na konci vrátí nástroj do výchozí polohy.

Volání	Parametry	Co dělá
L81	P02, P03, P10	vrtání: rychloposuvem na P02, posuvem do P02-P03, rychloposuvem na P10
L82	P02, P03, P04, P10	jako L81 a prodleva P04 sekund na dně
L83	P00, P01, P02, P03, P04, P05, P10, P11	vrtání s přírůstky: P01 první záběr, P05 tříska, P11=0 zpět o 1 mm, P11=1 zpět na P02
L85	P02, P03, P04, P10, P16, P17	vystružování: přísuv P16, čekání P04, zpět posuvem P17
L87	P02, P03, P10, P16	na dně M05 a M00, po startu zpět
L88	P02, P03, P04, P10, P15, P16	P15=0 jako L87, P15=1 prodleva P04
L89	P02, P03, P04, P10	jako L82, ale zpět pracovním posuvem
L200	P20, P21, P22, P23, P25, P26, P30, P31	obdélník se zaoblenými rohy: délka, šířka, hloubka Z vůči nule, zaoblení, posuv frézování a vrtání, střed X a Y

Volání	Parametry	Co dělá
L900	P22 až P28	díry na roztečné kružnici: střed, poloměr, počáteční úhel, rozteč, počet a číslo vrtacího cyklu 81, 82, 83 nebo 85
L901, L902	P01 až P27	drážky na roztečné kružnici, L902 má šířku drážky rovnou nástroji
L903	P01 až P24	rádiusové kapsy, využívá G987
L904	P01 až P27	kruhové drážky na roztečné kružnici
L905, L906	P22, P23, P28 a další	jedna díra, díry na přímce
L930	P01, P02, P03, P06, P15, P16, P22, P23, P24	otvor většího průměru frézováním, P06 směr 2 = G02, 3 = G03
L990 až L995		práce s dotykovou sondou: skenování, střed otvoru, drážky a obrobku

POZOR

Podprogramy L901 až L906 a L930 na konci ruší korekci (G40). Parametry P se do podprogramu předávají, ale změna uvnitř se v hlavním programu neprojeví.

Pomocné funkce M

Funkce	Adresy	Význam
M00		programový stop, pokračuje se z klávesnice
M03, M04	[S]	vřeteno CW a CCW. Bez S platí G97 nebo S z M06
M05		stop vřetene
M06	[D] [Z] T [S]	výměna nástroje, viz kapitola 4
M07, M08		chladicí kapalina a mazání zapnout
M09		chladicí kapalina i mazání vypnout
M17		návrat z podprogramu, stejně jako RETURN
M29	text	hlášení do okna Ladění
M30		konec programu, návrat do editoru
M80		zrušení zrcadlení

Funkce	Adresy	Význam
M81, M82, M83		zrcadlení podle osy X, Y, Z
M84, M85, M86		zrcadlení podle os X a Y, X a Z, Y a Z
M99	F	posuv pro funkce s F=0

> **POZOR**
> Pozor na rozdíl mezi soustruhem a frézkou. U S2000 je M08 chlazení. U F2000 je M07 chladicí kapalina a M08 mazání. M09 vypíná obojí.

Zrcadlení mění znaménka souřadnic zrcadlených os. Když zrcadlíš jen podle X nebo jen podle Y, systém zároveň prohodí G02 a G03 a také G41 a G42. Proto zrcadlení zapni dřív než korekci.

8

JAZYK A FUNKCE

Podprogramy a parametry

Skoky, podprogramy, parametry P, výrazy, podmínky a cykly FOR a WHILE.

Skoky a podprogramy ve stejném programu

Zápis	Co udělá
G25 L0100	skočí do podprogramu od bloku 0100, M17 vrátí běh o blok níž za volání
G26 L0100 J3	totéž třikrát. U F2000 lze psát i H místo J
G27 L0010	skok na blok 0010. Dopředu i dozadu, ale jen v rámci programu
CALL NAVESTI	F2000: místo G25, návěští má nejvýš 12 znaků a začíná písmenem
RETURN	F2000: místo M17

- Podprogram dej za konec hlavní části. Před něj patří M30 nebo skok, jinak by se vykonal znovu.
- U S2000 musí číslo v L přesně odpovídat číslu bloku. Školní manuál varuje: když je blok čtyřmístný N 0100, odkaz L100 ho nenajde.
- U S2000 podle manuálu G25 nemůže skočit zpět před blok, ze kterého volá. Na návrat a opakování celého programu, třeba v sériové výrobě, je G27.

- Program nikdy nesmí volat sám sebe.

V F2000 je návěští buď v G29, nebo samostatně na řádku s dvojtečkou na konci. Oba zápisy dělají totéž:

```
G00 X10 Y10 Z25
CALL Podprogram1
M30
G29 Podprogram1
G01 Z18 F100
G00 Z25
RETURN
```

```
G00 X10 Y10 Z25
CALL Podprogram1
M30
Podprogram1:
G01 Z18 F100
G00 Z25
RETURN
```

Podprogramy v souborech

Samostatné podprogramy F2000 jsou ve složce LIB. Volají se adresou L: první dvojčíslí je číslo podprogramu, druhé počet opakování. L0804 volá čtyřikrát podprogram v souboru L0800.FC. Dvou- a třímístné číslo, třeba L200, se volá jednou a odpovídá přesně jménu souboru. Každý podprogram končí M17 nebo RETURN.

Externí funkce přidávají G funkce, které systém přímo nemá. Soubor má jméno funkce, třeba G81.FC. Adresy z bloku dostane funkce v parametrech: P100 X, P101 Y, P102 Z, P103 F, P104 R, P105 až P107 I, J, K, P108 H, P109 S, P110 D, P111 T a další. Uvnitř funkce je vždy absolutní programování, po návratu se obnoví původní stav.

Parametry P

K dispozici je 100 parametrů **P0 až P99**. Místo čísla v adrese napíšeš parametr. Hodnotu mu musíš přiřadit dřív, než ho použiješ, nejlépe na začátku programu. Školní manuál S2000 upozorňuje, že vzorec nejde psát místo souřadnice. U F2000 jdou jednoduché výrazy psát přímo do adres:

```
P37 = 10 + 25 * SIN(45)
G0  X 10  Y P37
N190  G0  X P21+P22  Y P23
```

Co může výraz obsahovat	Zápis
operace	+ - * / ^ (mocnina)
funkce	SIN, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, ABS, SQRT, PI
závorky	( ), víceúrovňové, výraz je omezen jen délkou řádku
priorita	závorky, funkce, mocnina, násobení a dělení, sčítání a odčítání

Podmínky a cykly

F2000 umí větvit program a opakovat bloky. Každé FOR, WHILE a IF ... THEN končí slovem END. Jednořádkové IF ... CONTINUE, BREAK a RETURN se END neukončují.

```
IF podmínka THEN
  ...
ELSE
  ...
END

FOR P1 = 0 TO P2 STEP -1
  ...
END

WHILE podmínka
  ...
END
```

> < větší, menší

== je rovno

!= nebo <> není rovno

<= >= menší nebo rovno, větší nebo rovno

IF ... CONTINUE skočí na začátek cyklu

IF ... BREAK ukončí cyklus, pokračuje za END

IF ... RETURN ukončí podprogram

Příklad z nápovědy: vnořený cyklus FOR volá podle parametru P24 buď podprogram Zamek, nebo Vybrani.

```
FOR P21 = 60 TO 45-P22 STEP P22
  IF P24 == 0 THEN
    CALL Zamek
  ELSE
    CALL Vybrani
    P23 = P23 + P24
  END
  P25 = P25 + P26
END
```

Ladění parametrického programu

V nabídce Zobrazit, Ladění je panel se záložkami Funkce, Kalkulátor, Parametry a M29. V záložce Parametry vidíš hodnoty P00 až P99. V Kalkulátoru napíšeš výraz a hned vidíš výsledek. Při běhu blok po bloku se hodnoty po každém bloku aktualizují.

1. Postav kurzor na řádek a zvol Program, Zarážka. V levém sloupci editoru se objeví červené kolečko.
2. Spusť simulaci F9. Program se na zarážce zastaví.
3. V záložce Parametry (Alt+7) zkontroluj hodnoty, v Kalkulátoru zkus výraz.
4. F7 (Program, Krokovat) otevře i text volané externí funkce nebo podprogramu a krokuje v něm.

> **TIP**
> Výraz v Kalkulátoru zapíšeš tak, že šipkami zvolíš řádek, stiskneš Insert, napíšeš výraz a Enter. Myší stačí na řádek dvakrát kliknout.

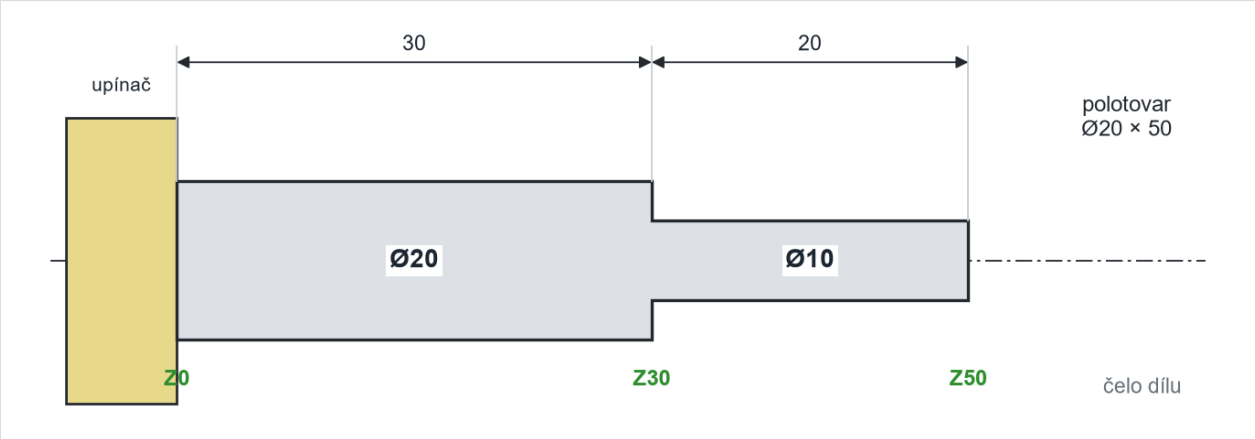
ŘEŠENÉ PROGRAMY

9 Řešené programy: soustružení

Program DEMO2 ze školního podkladu ve třech zápisech a čep se závitem krok za krokem.

První příklad je přímo ze školního manuálu S2000 (SŠP Vyškov), kde je i se snímkem simulace. Další dva jsou vlastní a sestavené z funkcí, které manuál popisuje. Všechny projdi blok po bloku v simulaci, než je pustíš na stroj.

DEMO2: čep Ø10 na válci Ø20



Obr. 9.1 Zadání příkladu DEMO2 podle školního manuálu S2000: polotovar Ø20 × 50, čep Ø10 délky 20. Vlastní překreslení výkresu.

Zápis v absolutních hodnotách G90

```
N 0000  G29  POLOTOVAR 50 X 20mm
N 0004  G90
N 0006  G98  X+160.000  Z+0.000
N 0008  G00  X+160.000  Z+70.000
N 0010  G00  X+50.000   Z+70.000
N 0012  M06  T01
N 0014  G00  X+22.000   Z+55.000
N 0016  M03  S1200
N 0022  G01  X+20.000   Z+50.000  F100.00
N 0024  G64  X+10.000   Z+30.000  H2.000  F100.00
N 0026  G00  X+50.000   Z+70.000
N 0028  M30
```

0000 G29 je popis, na běh nemá vliv
0004 absolutně a průměrově
0006 reference: X průměr 160, Z0
0008, 0010 odjetí a nájezd rychloposuvem
0012 nástroj 1
0014 nájezd nad čelo, X22 Z55
0016 vřeteno doprava, 1200 ot/min
0022 na čelo: X20 Z50
0024 hrubuje po 2 mm na Ø10 do Z30
0026 odjezd
0028 konec

Absolutní zápis je nejběžnější. Program se dobře čte a kontroluje. Když uděláš chybu v jednom bloku, další blok už pokračuje bez chyby. Cyklus G64 v bloku 0024 začíná v bodě X20 Z50 z předchozího bloku a po skončení se do něj vrátí.

Zápis v přírůstcích G91

```
N 0000  G29  POLOTOVAR 50 X 20mm
N 0004  G90
N 0006  G98  X+160.000  Z+0.000
N 0008  G00  X+160.000  Z+70.000
N 0010  G00  X+50.000   Z+70.000
N 0012  M06  T01
N 0014  G00  X+22.000   Z+55.000
N 0015  G91
N 0016  M03  S1200
N 0022  G01  X-1.000    Z-5.000   F100.00
N 0024  G64  X-5.000    Z-20.000  H2.000  F100.00
N 0026  G00  X+20.000   Z+20.000
N 0028  M30
```

0015 od teď přírůstkově
0022 o 1 dolů a o 5 doleva
0024 cyklus: X o 5, Z o 20
0026 odjezd o 20 a 20

Přírůstkový zápis je krátký, ale chyba v jednom bloku se přičte ke všem dalším. Podívej se na blok 0022: v absolutním zápisu jede nástroj z X22 na X20, tedy o 2 na průměru, ale v přírůstkovém je X-1. Z příkladu to vypadá, že přírůstek v X je na poloměru. Manuál to výslovně nepíše, proto to ověř na stroji s UOV. Po G91 také nezapomeň vrátit G90, když další program počítá s absolutními hodnotami.

Zápis s parametry P

```
N 0000  G29  POLOTOVAR 50 X 20mm
N 0004  G90
        P1=10
        P2=20
        P3=50-P2
N 0006  G98  X+160.000  Z+0.000
N 0008  G00  X+160.000  Z+70.000
N 0010  G00  X+50.000   Z+70.000
N 0012  M06  T01
N 0014  G00  X+22.000   Z+55.000
N 0016  M03  S1200
N 0022  G01  X+20.000   Z+50.000  F100.00
N 0024  G64  X P1       Z P3      H2.000  F100.00
N 0026  G00  X+50.000   Z+70.000
N 0028  M30
```

P1=10 průměr čepu

P2=20 délka čepu

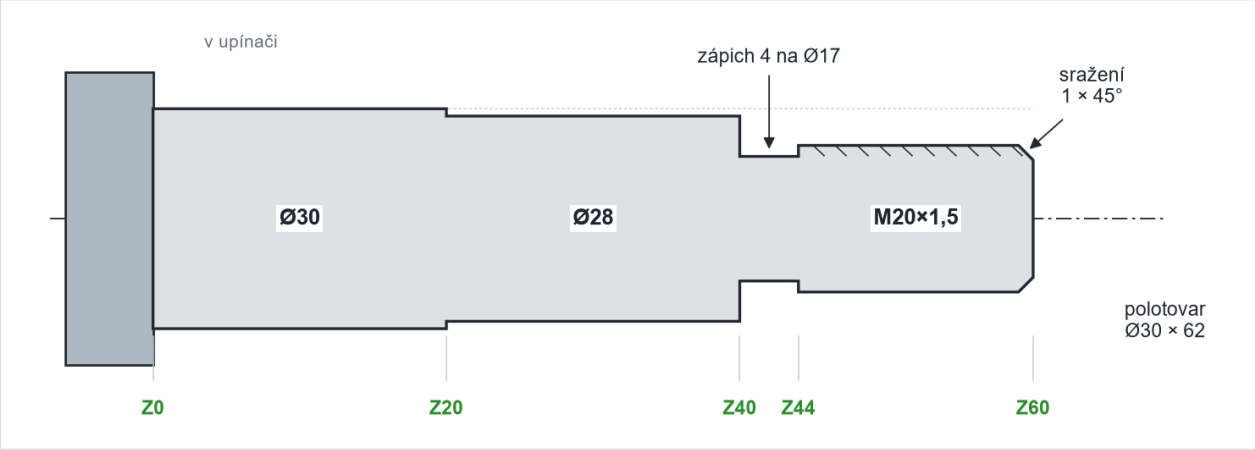
P3=50-P2 souřadnice osazení, Z30

0024 cyklus s parametry

Parametry se hodí, když chceš rychle měnit rozměry. Změníš P1 nebo P2 nahoře a zbytek programu zůstane. Výpočet P3=50-P2 je zapsaný na začátku, ne přímo v souřadnici, jak školní manuál požaduje.

Čep se závitem M20 × 1,5

Vlastní příklad pro procvičení. Používá stejnou konvenci jako DEMO2: nula na konci polotovaru u upínače. Polotovar Ø30 × 62 se zarovná o 2 mm, čelo hotového dílu je Z60. Nástroje: T01 ubírací nůž, T02 zapichovací nůž šířky 3 mm, T03 závitový nůž. Posuv je v mm/min jako v DEMO2. Řezné podmínky jsou orientační.



Obr. 9.2 Zadání vlastního příkladu: čep Ø28 a závit M20 × 1,5 se zápichem a sražením. Vlastní výkres.

```
N 0000  G29  CEP M20X1.5 POLOTOVAR 30 X 62
N 0004  G90
N 0006  G98  X+160.000  Z+0.000
N 0008  G00  X+160.000  Z+80.000
N 0010  M06  T01
N 0012  G00  X+32.000   Z+63.000
N 0014  M03  S1200
N 0016  G68  X+0.000    Z+60.000  H1.000  F80.00
N 0018  G00  X+32.000   Z+61.000
N 0020  G64  X+28.000   Z+20.000  H1.000  F100.00
N 0022  G64  X+20.000   Z+40.000  H1.000  F100.00
N 0024  G00  X+17.000   Z+61.000
N 0026  G01  X+18.000   Z+60.000  F80.00
N 0028  G01  X+20.000   Z+59.000  F80.00
N 0030  G01  X+20.000   Z+40.000  F80.00
N 0032  G01  X+29.000   Z+40.000  F80.00
N 0034  G00  X+160.000  Z+80.000
N 0036  M06  T02
N 0038  G00  X+32.000   Z+44.000
N 0040  M03  S600
N 0042  G66  X+17.000   Z+40.000  H3.000  F30.00
N 0044  G00  X+160.000  Z+80.000
N 0046  M06  T03
N 0048  G00  X+22.000   Z+64.000
N 0050  M03  S400
N 0052  G78  X+18.160   Z+43.000  H0.200  K1.500
N 0054  G00  X+160.000  Z+80.000
N 0056  M05
N 0058  M30
```

Bloky	Co se děje
0000 až 0014	popis, absolutní programování, reference, výměna na T01, nájezd před čelo a vřeteno
0016	G68 zarovná čelo polotovaru z Z62 na Z60 po 1 mm až do osy. Start Z63 je 1 mm před čelem
0018 až 0022	dvakrát G64 ze stejného startu: nejdřív Ø28 do Z20, pak Ø20 do Z40. Každý cyklus se vrátí na start
0024 až 0032	dokončení: najetí na čelo, sražení 1 × 45°, průměr 20 do Z40 a čelo osazení
0034 až 0042	odjezd, výměna na T02, zápich 4 mm na Ø17 mezi Z44 a Z40 nožem šířky 3
0044 až 0052	odjezd, výměna na T03, závit G78 stoupání 1,5 po 0,2 mm na průměr dna 18,16 do Z43
0054 až 0058	odjezd, stop vřetene, konec

POZOR

Tento program je vlastní a nebyl spuštěný v S2000 ani na stroji. Syntaxe odpovídá školnímu manuálu, ale nezávisí jen na ní. Ověř v simulaci hlavně: zda je tříska H v G64 a G68 na průměru nebo na poloměru, ze které hrany nože počítá G66, kde musí stát nástroj před G78 a jestli jsou bloky 0038 a 0048 v bezpečné vzdálenosti. Reference X+160 Z+0 je převzatá z DEMO2 pro SUF 16 CNC. Na tvém stroji ji ověř s UOV.

Vrtání v ose

Krátká ukázka vrtání díry Ø6 hloubky 15 do čela Z60. Vrták je v tabulce jako osový nástroj se značkou @ a s průměrem 6.

```
N 0100  M06  T04
N 0102  G00  X+0.000    Z+63.000
N 0104  M03  S1000
N 0106  G83  Z+45.000   H5.000  F60.00
N 0108  G00  X+160.000  Z+80.000
N 0110  M05
N 0112  M30
```

0100 vrták jako nástroj 4

0102 nájezd na osu X0 před čelo

0106 vrtání s výplachem po 5 mm do Z45

0108 odjezd

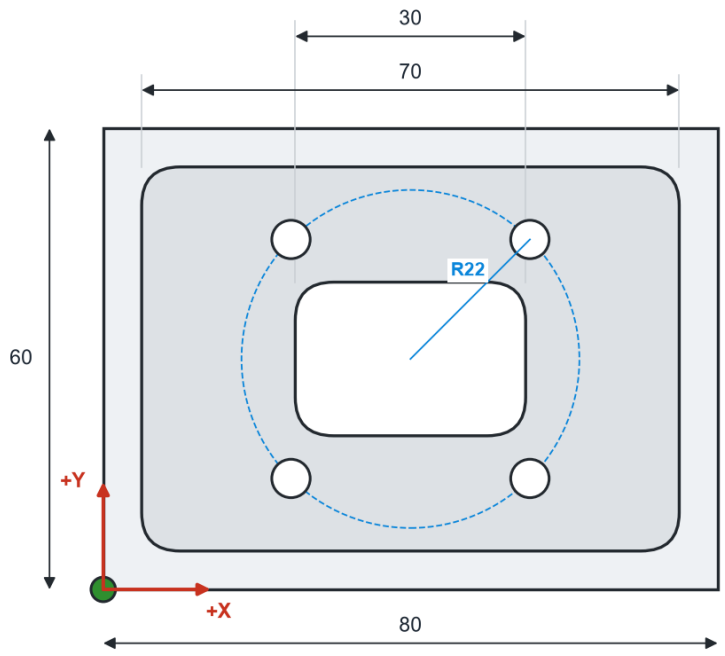
Cyklus G83 se po každých 5 mm vrátí rychloposuvem na start Z63 a pak najede tam, kde skončil. Hloubka 15 mm od čela Z60 dává Z45. Vlastní ukázka, ověř v simulaci.

10 ŘEŠENÉ PROGRAMY
Řešené programy: frézování

Deska s obrysem, kapsou a děrami na roztečné kružnici a parametrické programy z nápovědy.

Nápověda F2000 popisuje funkce, ale celý vzorový program pro frézku v ní není. Program desky je proto vlastní a je složený jen z funkcí a podprogramů, které nápověda popisuje. Ber ho jako cvičení do simulace, ne jako hotový program pro stroj.

Deska s obrysem, kapsou a děrami



Polotovar 80 × 60 × 20

Obrys 70 × 50, rohy R5,

hloubka 3 (Z17), fréza Ø8

Kapsa 30 × 20, rohy R5,

střed X40 Y30, dno Z15

4 díry Ø5 na R22,

první na 45°, hloubka 10

Nula: levý dolní roh,

spodní plocha, horní je Z20

Obr. 10.1 Zadání vlastního příkladu: deska 80 × 60 × 20 s obrysem 70 × 50, kapsou 30 × 20 a čtyřmi děrami na roztečné kružnici. Vlastní výkres.

Polotovar je 80 × 60 × 20. Nula je v levém dolním rohu na spodní ploše, jak ji používá simulace F2000, a horní plocha má proto Z20. Nástroj T1 je stopková fréza Ø8, T2 je vrták Ø5.

Obrys s korekcí G41

```
N010 G29 DESKA 80X60X20
N020 G90
N030 M06 T1
N040 M03 S1500
N050 G00 X-10 Y-10 Z25
N060 G01 Z17 F100
N070 G41
N080 G01 X5 Y10 F200
N090 G01 Y50
N100 G02 X10 Y55 R5
N110 G01 X70
N120 G02 X75 Y50 R5
N130 G01 Y10
N140 G02 X70 Y5 R5
N150 G01 X10
N160 G02 X5 Y10 R5
N170 G40
N180 G01 X-10
N190 G00 Z25
```

N020 absolutně
N030, N040 fréza Ø8, vřeteno
N050 nájezd mimo polotovar
N060 zanoření na Z17, tedy 3 mm
N070 korekce vlevo
N080 první pohyb s korekcí, přímka v XY
N090 až N160 obrys po směru hodin s rohy R5
N170, N180 zrušení korekce a odjezd
N190 nahoru

Obrys se objíždí po směru hodinových ručiček. Při pohledu ve směru pohybu je pak vnější strana vlevo, a proto G41. Nápověda požaduje, aby první pohyb po zapnutí korekce byl přímka v rovině XY, to splňuje blok N080. Zanoření v N060 je mimo polotovar.

Zkontroluj oblouky: v bloku N100 jede fréza z bodu X5 Y50 do X10 Y55 se středem X10 Y50. Po směru hodin je to G02. Stejně jsou postavené i další tři rohy.

Kapsa podprogramem L200

```
N200 G00 X40 Y30 Z25
P20=30
P21=20
P22=15
P23=5
P25=120
P26=40
P30=40
P31=30
N210 L200
N220 G00 Z50
N230 M05
```

N200 nad střed kapsy
P20, P21 délka 30 a šířka 20
P22 hloubka Z15 vůči nule, tedy 5 mm
P23 zaoblení rohů R5
P25, P26 posuv frézování a vrtání
P30, P31 střed X40 Y30
N210 volání podprogramu L200
N220, N230 odjetí a stop vřetene

L200 má v nápovědě parametr P22 jako hloubku Z vzhledem k nulovému bodu. Dno kapsy je proto Z15. Po skončení se nástroj vrátí do výchozí polohy N200. Rohy R5 jsou větší než poloměr frézy 4 mm, takže je fréza udělá. Protože L200 zanořuje frézu do plného materiálu posuvem P26, musí mít fréza čelní břity přes střed (zapichovací fréza).

Díry podprogramem L900

```
N300 M06 T2
N310 M03 S2000
N320 G00 X40 Y30 Z25
N330 G94 F60
P02=22
P03=12
P10=25
P22=40
P23=30
P24=22
P25=45
P26=90
P27=4
P28=81
N340 L900
N350 G00 Z50
N360 M05
N370 M30
```

N300, N310 vrták Ø5, otáčky
N320 nad střed kružnice
N330 posuv 60 mm/min
P02 výchozí Z22, 2 mm nad plochou
P03 hloubka 12 od P02, dno Z10
P10 konečná poloha Z25
P22, P23 střed X40 Y30
P24 poloměr 22
P25, P26 první díra 45°, rozteč 90°
P27, P28 4 díry cyklem L81
N340 volání
N350 až N370 odjetí, stop, konec

Pozor na parametr P22: v L200 to byla hloubka, v L900 je to souřadnice X středu. Parametry jsou společné pro celý program, proto je před každým voláním nastav znovu. L81 vrtá z P02 posuvem do

souřadnice P02-P03, tedy 22 - 12 = Z10.

> **POZOR**
> Popis P22 u L200 zní v nápovědě „hloubka Z vzhledem k nulovému bodu“. Tady ho čteme jako souřadnici dna Z15. Kdyby ho L200 bral jako hloubku pod nulou, tedy Z-15, jela by fréza pod spodní plochu desky do svěráku. Než program pustíš na stroj, ověř v simulaci, že dno kapsy je opravdu Z15. U L81 nápověda neuvádí, odkud se bere posuv vrtání, píše jen „pracovním posuvem“. Proto je v N330 posuv zadaný předem funkcí G94 F60. Jestli ho L81 použije, ověř v simulaci a s UOV. Nikdo tyto hodnoty pro manuál na stroji nespustil.

Parametrické programy z nápovědy

Nápověda F2000 ukazuje cykly FOR a WHILE na vrtání s výplachem, kde vrták postupně jede hlouběji a po každém milimetru vyjede. Oba zápisy jsou převzaté přesně, jen komentáře jsou zkrácené. Souřadnice Z tu jsou vztažené k povrchu Z0, ne k nule simulace.

```
P2 = -10 //konečná Z
P3 = 2   //pojistná Z
FOR P1 = 0 TO P2 STEP -1
  G1  Z P1
  G0  Z P3
END
```

```
P1 = 0   //aktuální Z
P2 = -10 //konečná Z
P3 = 2   //pojistná Z
WHILE P1 > P2
  G1  Z P1
  G0  Z P3
  P1 = P1-1
END
G1  Z P2
G0  Z P3
```

Ve FOR se P1 mění sám od 0 do -10 po kroku -1. Ve WHILE musíš P1 změnit v těle cyklu, jinak by se cyklus nikdy neukončil. Po cyklu WHILE dojede vrták ještě na konečnou hloubku P2.

Kružnice po bodech

```
P10 = 20            //poloměr
P22 = 40            //střed X
P23 = 30            //střed Y
P15 = 150           //posuv
G00 X P22+P10 Y P23 Z22
G01 Z18 F80
FOR P00 = 0 TO 360 STEP 10
  G01 X P22+P10*COS(P00) Y P23+P10*SIN(P00) F P15
END
G00 Z25
```

Vlastní ukázka podle stejného principu, jaký má výrobce na snímku obrazovky F2000 s elipsou: v cyklu FOR se úhel P00 mění po 10° a z kosinu a sinu vznikají body kružnice. Výraz v adrese X i Y je povolený, protože F2000 umí jednoduché výrazy přímo v adresách. Úhel je ve stupních, jak

ukazuje příklad SIN(45) v nápovědě. Fréza se v bodě X60 Y30 zanoří kolmo o 2 mm, proto použij frézu s čelními břity přes střed. Program je samostatná ukázka, na desku z obrázku 10.1 nepatří. Ověř v simulaci.

11

U STROJE A PROCVIČENÍ

Simulace, najetí a chyby

Jak nastavit a pustit simulaci, co ověří Test, bezpečné první najetí a typické chyby.

Než pustíš simulaci

Simulace ukáže obrábění jen tak dobře, jak dobře je nastavená. Školní manuál S2000 doporučuje na začátku zkontrolovat stroj a obrobek.

Nastavení	Co v něm je
Stroj, Pracovní oblast	S2000: maximální průměr X, délka pohybu Z, vzdálenost nulového bodu stroje v Z. Ovlivní jen grafiku, ne stroj
Stroj, Orientace	nástroj před osou (přední stůl, SUF 16) nebo za osou. Volba Inverzní G02, G03
Stroj, Upínač, Hrot	typ a rozměry upínače, délka, průměr a úhel hrotu, volba Zap pro grafiku
Obrobek, Rozměry	S2000: délka, vnější a vnitřní průměr, středicí důlek. F2000: délka X, šířka Y, výška Z a měřítko bod/mm
Nastavit, Běh simulace	krok simulace, test kolizí, sledování nástroje, informace o funkcích, trasování, inicializace obrobku
Nastavit, Zobrazení	dráhy nástroje, obrobená plocha, středy oblouků, barvy

POZOR

Když se ti po nastavení rozměrů pořád objevuje jiný obrobek, je v Nastavit, Běh simulace vyplněný řádek **Ze souboru**. Systém pak před startem načte obrobek z toho souboru místo rozměrů. Když chceš polotovar podle rozměrů, řádek Ze souboru vymaž.

Spuštění a krokování

Příkaz	Klávesa	Co dělá
Program, Start	F9	plynulý běh. Předtím systém zkontroluje zápis a vazby mezi bloky
Blok po bloku	F8	vykoná jeden blok a čeká. Program v tu chvíli nejde upravovat
Krokovat	F7	jako blok po bloku, ale otevře i volanou externí funkci
Start od kurzoru		běží od řádku s kurzorem. Nesmí chybět otáčky a správný nástroj z dřívějších bloků
Běh ke kurzoru		běží a na řádku s kurzorem se zastaví
Aktuální blok		vykoná jen blok s kurzorem. Ne pro skoky a cykly
Zarážka		červené kolečko, kde se běh zastaví
Zastavit	Esc, F12	Esc po dokončení bloku, F12 okamžitě

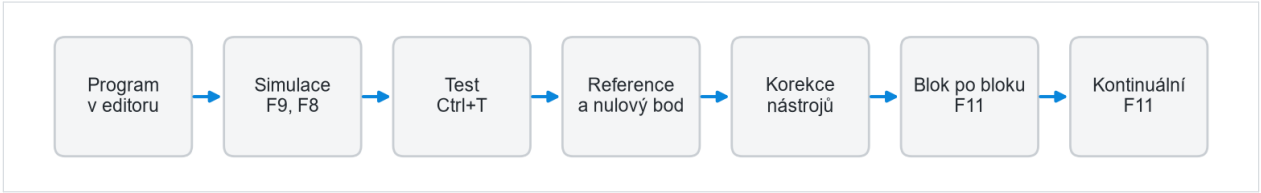
Krok simulace určuje, o kolik milimetrů se nástroj posune při přímce. Čím větší krok, tím rychlejší simulace. Při kroku 0 se nástroj ukáže jen v koncových bodech bloků. Krok změníš i během simulace klávesami + a -.

Funkce Start od kurzoru, Běh ke kurzoru a Aktuální blok nejdou použít na bloky se skoky a cykly programu, třeba G25, G26, G27, IF, FOR a WHILE.

Co ověří Test a co ne

- **Test v simulaci** (Ctrl+T) zkontroluje zápis a pak v paměti proběhne obrábění. Ukáže výsledný obrobek, bez pohybu nástroje.
- **Test v CNC řízení** projede program zrychleně a kontroluje polohy nástroje proti pracovní oblasti stroje.
- **Test kolizí** v simulaci hlídá třeba náraz tělem nástroje do obrobku nebo koníku. Na stroji se na něj nespoléhej, skutečné nástroje mají jiné rozměry.
- Ani jeden test neodhalí špatný nástroj, špatný polotovar, najetí na špatnou souřadnici nebo do blízkosti sklíčidla. A nenahradí měření rozměrů.

Bezpečný postup najetí na stroji



Obr. 11.1 Od programu k prvnímu kusu. Vlastní schéma.

1. Program projdi v simulaci plynule (F9) a pak blok po bloku (F8). Hlídej nájezdy rychloposuvem a směr oblouků.
2. Pusť Test (Ctrl+T) a podívej se na výsledný obrobek a 3D model (Alt+F5).
3. Zkontroluj s UOV upnutí obrobku a nástroje. Odstraň klíč ze sklíčidla, zavři kryt stroje a nasaď si ochranné brýle.
4. Najeď do reference: G98 v programu nebo Ctrl+F v ručním řízení. Mysli na to, že F5 nájezd zastaví.
5. Nastav nulový bod a zkontroluj tabulku korekcí. U každého použitého nástroje ověř číslo, korekce a znaménka.
6. Přepni do režimu Blok po bloku a spusť F11. Ruku měj u F5 a sleduj, kam nástroj jede.
7. První kus změř a korekce dolaď. Teprve pak přepni na Kontinuální.

> **POZOR**
> Start od kurzoru na stroji: školní manuál varuje, že vřeteno se nemusí roztočit, protože M03 je v bloku před kurzorem. Otáčky nastav nejdřív v ručním řízení. Hodí se to, když jsi běh zastavil kvůli kolizi a pokračuješ na rozpracovaném kusu.





Obr. 11.2 Vlevo ovládací panel s červeným tlačítkem nouzového zastavení, vpravo ochranné brýle. Ilustrační fotografie, ne školní stroj.
Vlastník obrázku: vlevo Cjp24, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emergency_stop_button.jpg; vpravo Jacek Halicki, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2023_Okulary_ochronne_(1).jpg

Typické chyby a hlášení

Co se stane	Příčina	Co udělat
hlášení malého poloměru u G02, G03	poloměr R menší než polovina vzdálenosti bodů	zkontroluj R, koncový bod X a Z a hlavně předchozí blok, ve kterém má oblouk začínat
oblouk jde na druhou stranu	nastavení Orientace stroje a Inverzní G02, G03	zkontroluj nastavení podle stroje, pak G02 a G03
oblouk vyjde dvojnásobný	X je průměr, ale počítal jsi poloměr	po G90 je X průměr. Poloměrově jen po G24
podprogram nebyl ukončen	chybí M17 nebo RETURN	na konec podprogramu dej M17
chybné volání podprogramu	odkaz L neodpovídá číslu bloku	u S2000 piš L0100, když je blok N 0100
podprogram se vykoná znovu	hlavní část nekončí M30 nebo skokem	před podprogram dej M30
chyba se přičítá dál	přírůstkové programování G91	zkontroluj bloky po G91, vrať G90
vřeteno se po startu od kurzoru netočí	M03 je před kurzorem	otáčky nastav v ručním řízení
náraz při nájezdu	G00 až k hraně obrobku, špatná korekce	G00 jen do bezpečné vzdálenosti, dál G01
průměr nesedí, chyba je dvojnásobná	korekce X z průměru nepůlená nebo opačné znaménko	u metody obrobení součásti hodnotu X půl, hlídej znaménka
nástroj v ručním řízení jinde	Ctrl+T otočí hlavu, ale korekce nepřepne	nástroj vyber v CNC řízení programem
poznámka G29 dělá potíže	háčky a čárky v textu	piš bez diakritiky

PAMATUJ

Seznam čísel chybových hlášení a alarmů v žádném veřejném podkladu není. Systém ukazuje hlášení slovně v dialogovém okně. Když ho nerozumíš, nic nepotvrzuj naslepo a zavolej UOV.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Simulace ani Test nenahradí kontrolu upnutí, nástrojů a rozměrů na stroji.
- Po havarijním zastavení nebo výpadku proudu vždy reference a nový nulový bod.
- První běh vždy Blok po bloku a s rukou u klávesy F5.
- U korekcí hlídej znaménka a to, že X je na průměru.
- Hlášení, kterému nerozumíš, řeš s UOV.

U STROJE A PROCVIČENÍ

12 Cvičení, slovníček a zdroje

Otázky a úlohy s řešením, slovníček pojmů a zdroje, ze kterých manuál vychází.

Otázky

1. Která firma vyrábí systém Eltek a jak se jmenují systémy pro soustruh a frézku?
2. Čím se liší S2000 GRAPHIC od S2020 GRAPHIC?
3. Jakým jazykem se v systému Eltek programuje a podle jaké normy?
4. Které dvě pomůcky ti pomohou poskládat blok bez psaní celého zápisu?
5. Co znamená, když na strojním panelu svítí INC?
6. Ve kterých režimech se stroj nehýbe?
7. Čím zastavíš stroj okamžitě při běhu programu?
8. Co dělá Ctrl+T v simulaci a co v ručním řízení S2000?
9. Co udělá G90 na soustruhu S2000 kromě absolutního programování?
10. Jak přepneš na poloměrové programování a jak zpět?
11. Proč nesmíš G00 použít na najetí až k hraně obrobku?
12. Co znamená T0212 a co T01*?
13. Proč se korekce X zjištěná obrobením součásti půlí?
14. Které adresy jsou ve volném formátu modální?
15. Co se stane, když v podprogramu chybí M17?
16. Jaký je rozdíl mezi G25 a G27 u S2000?
17. Co dělá cyklus G64 a kam se nástroj vrátí?

18. Jaký je rozdíl mezi G73 a G83?
19. Co je K v cyklu G78?
20. Které M funkce zapínají chlazení na soustruhu a na frézce?
21. Kde je nula pro simulaci na frézce F2000?
22. Co musí následovat po G41 na frézce?
23. Kolik parametrů P máš k dispozici a kdy jim musíš přiřadit hodnotu?
24. Co neodhalí Test programu?

Řešení

1. ELTEK spol. s r.o. z Kroměříže. S2020 GRAPHIC (starší S2000) pro soustruh, F2020 GRAPHIC (starší F2000) pro frézku.
2. S2020 běží na Windows 10 (7, 8), S2000 na Windows 98 až 7. Grafika S2020 vychází ze S2000.
3. G kódem ve volném formátu podle DIN 66025 s parametrickým programováním.
4. Panel Exec a panel WOP.
5. Je zapnuté přírůstkové programování G91.
6. Simulace a Test v simulaci. Exec v simulaci blok jen nasimuluje.
7. Klávesou F5, v nouzi červeným tlačítkem na stroji.
8. V simulaci spustí Test, v ručním řízení otočí nožovou hlavu o jednu pozici.
9. Přepne na průměrové programování X.
10. G24 na poloměrové, G90 zpět na průměrové.
11. Rychloposuv má nejvyšší rychlost a při nepřesné korekci hrozí náraz.
12. Nástroj 2 s korekcí 12. Hvězdička znamená sekundární korekce.
13. X se měří na průměru. Rozdíl průměrů je dvojnásobkem posunutí nože v ose X, proto se půlí.
14. G, X, Y, Z a F.
15. Systém hlásí, že podprogram nebyl ukončen.
16. G25 volá podprogram a M17 se vrátí. G27 je skok bez návratu, dopředu i dozadu.
17. Hrubuje podélně třísky H až na průměr X do Z, zahladí čelo osazení a vrátí se na souřadnice předchozího bloku.
18. G73 jen na okamžik zastaví posuv, aby se zlomila tříska. G83 vyjede vždy na start a třísky vyvede ven.
19. Stoupání závitu.
20. Soustruh M08, frézka M07 kapalina a M08 mazání. M09 vypíná.
21. V levém dolním rohu obrobku v půdorysu, na jeho spodní ploše.
22. Přímka G01 v rovině XY.

23. 100, P0 až P99. Hodnotu před prvním použitím, nejlépe na začátku programu.
24. Špatný nástroj nebo polotovar, najetí na špatnou souřadnici, blízkost sklíčidla a koníku a rozměry obrobku.

Praktické úlohy

Úloha 1. Uprav program DEMO2 tak, aby čep měl Ø12 a délku 25. Použij zápis s parametry.

Úloha 2. Na frézce F2000 napiš vrtání čtyř děr hloubky 8 v rozích čtverce 40 × 40 se středem X40 Y30. Použij G81 a polotovar 80 × 60 × 20 jako v kapitole 10.

Řešení úlohy 1

```
N 0000  G29  POLOTOVAR 50 X 20mm
N 0004  G90
        P1=12
        P2=25
        P3=50-P2
...
N 0024  G64  X P1       Z P3      H2.000  F100.00
...
```

P1 průměr 12

P2 délka 25

P3 osazení na Z25

... bloky 0006 až 0022, 0026 a 0028 beze změny jako v DEMO2, cyklus si rozměry vezme z parametrů

Řešení úlohy 2

```
G29 DIRY 40X40
G90
M06 T2
M03 S2000
G00 Z25
G00 X20 Y10
G00 Z22
G81 Z12 F60
G00 Z22
G00 X60 Y10
G81 Z12 F60
G00 Z22
G00 X60 Y50
G81 Z12 F60
G00 Z22
G00 X20 Y50
G81 Z12 F60
G00 Z50
M05
M30
```

rohy X40 ± 20, Y30 ± 20

Z22 2 mm nad horní plochou Z20

G81 Z12 dno 8 mm pod plochou, absolutně po G90

G00 Z22 pojistka: vrták je po každé díře určitě nad plochou, i kdyby se G81 vracel jinam

Z25 nejdřív bezpečná výška, pak X a Y, teprve potom Z22

Úlohy jsou vlastní. Ověř je v simulaci a s UOV, hlavně výšku nájezdu a to, kam G81 vrací nástroj. Bloky G00 Z22 za každým vrtáním jsou pojistka, kdyby se vrták po G81 vracel jen na dno díry.

Slovníček

Pojem	Vysvětlení
UOV	učitel odborného výcviku
S2000, S2020	řídicí systém Eltek pro soustruh
F2000, F2020	řídicí systém Eltek pro frézku
WOP	dílensky orientované programování, bloky se tvoří myší v grafice
Exec	ruční řízení s předvolbou, jeden blok z klávesnice
DIN 66025	norma pro zápis programu G kódem
Pevný formát	zápis se všemi adresami v každém bloku
Volný formát	zápis, kde se opakované modální adresy vynechávají
Modální	platí dál, dokud se nezmění
Reference	nájezd do pevného bodu stroje, obnoví souřadnice
Absolutní nula	nulový bod stroje
Korekce	údaj o nástroji, o který systém posune dráhu
Primární, sekundární korekce	dvě sady korekcí jednoho nástroje
Parametr P	proměnná programu P0 až P99
Návěští	pojmenované místo v programu pro skok
Postprocesor	převod programu do formátu jiného řízení
Multilicence	simulátor pro více počítačů v učebně

Zdroje

- ELTEK spol. s r.o., Tomečkova 4298, Kroměříž: web www.eltek-km.cz, stránky Systém S2020, Systém F2020, Postprocesory CNC, Soustruh S500/125 CNC, Frézka FCM 16 CNC, Opravy CNC, Aktuálně a Kontaktní informace. Navštíveno 8. 11. 2026.
- SŠP Vyškov: Manuál programování CNC, S2000, 54 stran, 2011, https://ssp-vyskov.cz/files/1448523483pdf.pdf. Zdroj kapitol o soustruhu, programu DEMO2 a postupů korekcí.

- F2000 WOP, nápověda (Obsah), 51 stran, zveřejněná SŠP Vyškov, https://ssp-vyskov.cz/files/1448523503pdf.pdf. Zdroj kapitol o frézce, formátech, podprogramech a parametrech.
- SOŠ Frýdek-Místek, sosfm.cz, stránka oboru Programátor CNC: seznam řídicích systémů Heidenhain, Sinumerik, Mikroprog, Eltek.
- Programy DEMO2 jsou převzaté ze školního manuálu S2000, programy FOR a WHILE z nápovědy F2000. Ostatní programy jsou vlastní. Žádný z programů nebyl pro tento manuál spuštěný v simulátoru Eltek ani na stroji.
- Logo ELTEK: ELTEK spol. s r.o., vyříznuté ze záhlaví webu eltek-km.cz (soubor _THSYS/topbgrcz.jpg).
- Schémata obrazovek, panelů, cyklů a výkresy příkladů jsou vlastní zpracování podle uvedených podkladů. Snímky obrazovky systému nejsou použité, protože k nim není uvedená licence.

Fotografie v manuálu

Obr.	Vlastník a licence
4.2	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ThreeJawChuckKey.jpg
4.5	vlevo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LatheCarbideTippedTool.jpg; vpravo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MoriSeiki-examples.jpg
4.6	vlevo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MillingCutterSlotEndMillBallnose.jpg; vpravo JJ Harrison (https://www.jjharrison.com.au/), Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSS_Twist_Drill_into_Aluminium_with_Lubricant.jpg
6.2	Craig Howell from San Carlos, CA, USA, Wikimedia Commons, licence CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Measuring_the_studs_with_a_thread_gauge.jpg
7.1	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ReamerMorseTaper3.jpg
11.2	vlevo Cjp24, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emergency_stop_button.jpg; vpravo Jacek Halicki, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2023_Okulary_ochronne_(1).jpg

PAMATUJ

Manuál nenahrazuje návod ke stroji ani školení. Vše označené „ověř na stroji s UOV“ a možnosti konkrétního stroje zkontroluj s učitelem odborného výcviku.