

Řídicí systém CNC872 iTQ-E



MEFI, s.r.o, PRAHA, vývoj a výroba CNC řídicích systémů,
vývoj a výroba komunikačních adaptérů, DNC síť

CNC872 iTQ-E – řídicí systém současné produkce

V roce 2007 byla zahájena výroba moderních řídicích systémů na bázi Windows Embedded řady **CNC872** – základní typ **iTD** a typ **iTQ**, určený pro vícesuportové řízení. Na tyto typy navazuje systém současné produkce **CNC872 iTQ-E**, jehož výroba začala v roce 2011. Systém se vyznačuje použitím sběrnice **EtherCAT** pro připojení pohonů a periférií, komunikujících po **Ethernetové** síti. Připojení přes **EtherCAT** nevyklučuje možnost připojit některé periferie také pomocí **CAN-BUSu** jako u typů iTD a iTQ.

Systém je určen jak pro řízení klasických strojů (frézky, soustruhy, karusely) tak i pro náročné aplikace vysokorychlostního obrábění, řízení robotů a různých speciálních jednoúčelových strojů a brusek. Ve velké míře se používá také pro řezací a vypalovací stroje (plazmou, autogenem) včetně řezání vodním paprskem.

CNC 872 iTQ - E

Provedení systému s ovládáním pohonů a periferií pomocí průmyslové ethernetové sběrnice **EtherCAT**

Řídicí systém a **dotykový** obrazovkový panel jsou integrované do jednoho celku. Propojení s jednotkami pohonů a periferiemi je pouze ethernetovým kabelem.



CNC 872 iTQ - E



Ovládací panýlek s tlačítky,
Joystyckem a tlačítkem
Total Stop

Základní technické parametry

Hardwarové vybavení

- Základní deska (motherboard) COMMELL s vícejádrovým procesorem INTEL CORE
- Zálohovaná paměť (SSD disky cca 120GB)
- Paměť RAM - typ DDR3 4GB
- Integrovaná VGA
- LAN interface
- EtherCAT
- CAN-BUS
- USB porty - 6x interní USB2.0, 4x externí USB 3.0
- COM porty – 2x externí RS232, 3x interní RS232, 1x externí RS485, RS422, galvanické oddělení
- Panel s ovládacími tlačítky a dotykovou obrazovkou, rozlišení 1024x768 px
- Externí přenosný panel s displejem a ovládacími prvky (tlačítka nebo joystick)

Softwarové vybavení

- Operační systém WINDOWS XP Embedded + modul řízení reálného času RTX
- Ovladače pro dotykový displej
- TeamViewer pro vzdálené připojení přes Internet (vzdálená podpora)
- Prostředky pro zálohování systému
- Ochrana proti nepovolaným zásahům do programového vybavení systému
- Program WinCNC - software řídicího systému (vývoj MEFI)
- Program PLC – softwarový modul, vytvořený návrhářem PLC pro konkrétní stroj
- Volitelně možno nainstalovat další programové vybavení (např. software pro tvorbu partprogramů)

Základní technické parametry

Vlastnosti systému z hlediska stroje

- Interpolace – rozdělení os na geometrické, synchronní a asynchronní
- Max. 16 servosmyček s možností nastavení 4 sad parametrů regulátorů
- Řízení včetně v polohové vazbě
- Konstantní řezná rychlost
- Závítování (s výjezdem i bez výjezdu)
- Tabulkové nelineární korekce pro oba směry s definicí závislosti
- Nástrojové hospodářství (řídí PLC program)
- Kompenzace dynamické vůle
- Transformace souřadného systému: programová transformace, transformace polotovaru, 5-ti osá transformace, strojní transformace, různé druhy posunutí a korekcí
- Nezávislé posouvání dráhy točítkem během jízdy
- Volitelná možnost řízení pomocí potenciometrů ve všech osách
- Možnost připojení externího panýlku s točítkem a LCD displejem, připojení Joystycku.
- Řízení pohonů přes EtherCAT pomocí modulů BECKHOFF (volitelně též CAN BUS)
- Filtř pro frekvenční pásmovou zadrž pro servosmyčky, frekvenční pásmová zadrž pro servosmyčky pro odstranění rezonancí
- Přizpůsobení servosmyček pro vysokorychlostní obrábění (feedforward)
- Kontrola odměřování (fáze, kontrolní čítač, přerušení a zkrat vodiče)
- Automatické zreferování systému pro kódovaná pravítka
- Takt obsluhy servosmyčky pohonů 1ms, takt interpolátoru 1ms

Základní technické parametry

Vlastnosti systému z hlediska stroje (pokračování)

- Minimální doba trvání bloku pro plynulé navázání rychlosti 4ms
- Parabolický průběh rychlosti JERK (omezení nárůstu zrychlení)
- Dynamické řízení rychlosti s analýzou příštích bloků (look – ahead)
- Možnost připojení měřicí sondy
- Sledování událostí, zápis událostí do souboru pro následnou analýzu
- Grafický náhled, grafické sledování dráhy obrábění 2D nebo 3D
- Diagnostické obrazovky
- Vestavěné základní cykly pro frézky, soustruhy a karusely – možnost zápisu cyklů dialogem do editoru
- Jazykové verze: čeština, angličtina, němčina, polština, ruština

Základní technické parametry

Pohony

- Digitální pohony EtherCAT – např. SCHNEIDER, OMRON, SANYO DENKI, ESTUN, KOLLMORGEN, BECKHOFF a další.
- Digitální pohony CAN-BUS podle normy CANopen DS402, např. SCHNEIDER, OMRON, SANYO DENKI, ESTUN, TG-DRIVE, KOLLMORGEN, CONTROL TECHNIQUES
- Analogové pohony (+/- 10V) – připojitelné přes EtherCAT analogovou jednotku (např. BECKHOFF)

Odměřování

Výrobci: HEIDENHAIN, RENISHAW, ESSA, ...

- Inkrementální čidla, RS422, TTL, ...
- SINCOS (sinus-cosinus)
- EnDat 2.2
- HYPERFACE
- EtherCAT

Sběrnice EtherCAT

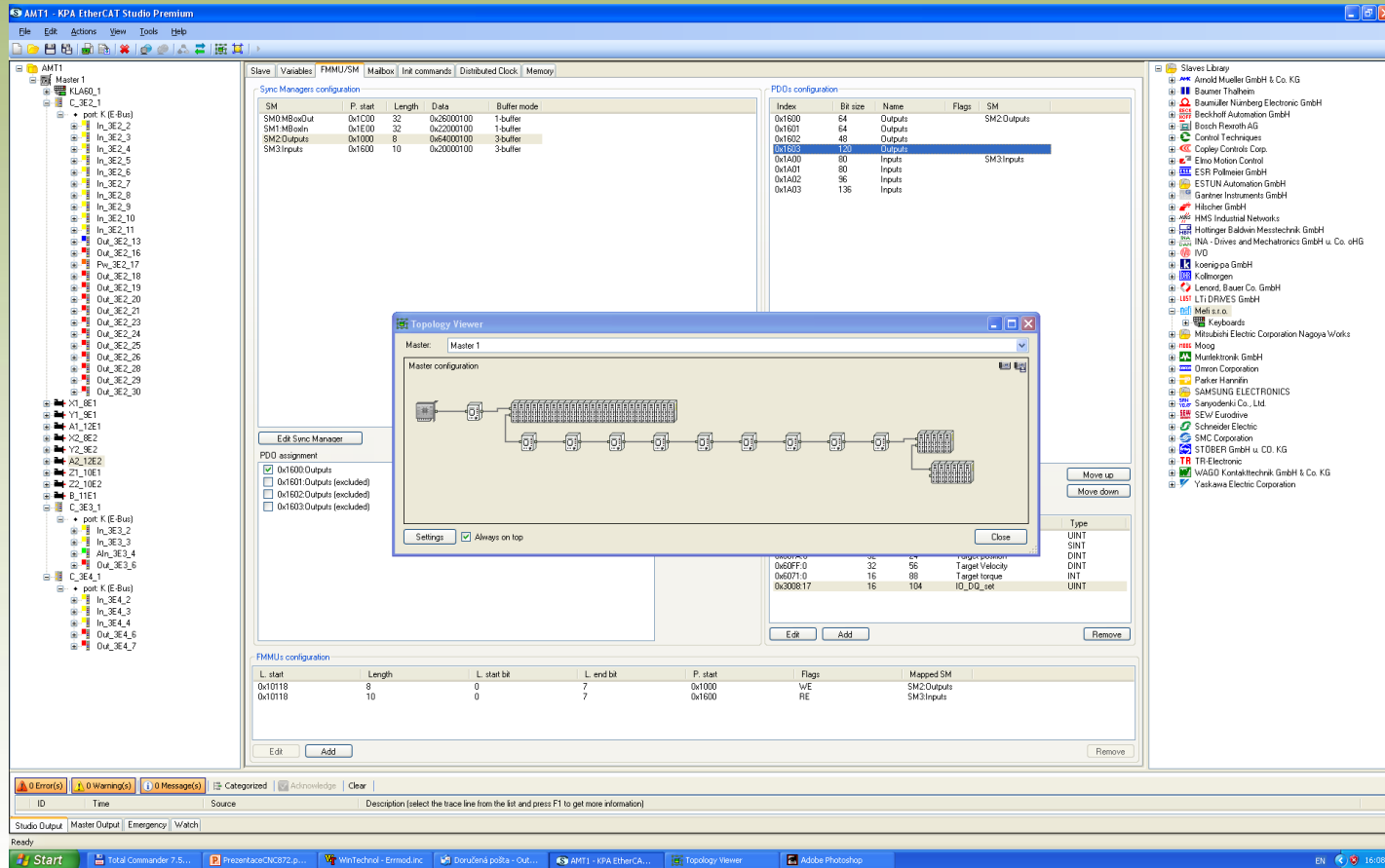
Pod operačním systémem reálného času RTX (Interval Zero) běží úloha reálného času EtherCAT Master pro obsluhu sběrnice EtherCAT . Je to jedna z nejpoužívanějších sběrnic reálného času v průmyslu. Umožňuje nezávisle na systému připojit a oživit (vyzkoušet) různé periferie (I/O, pohony, ovládací prvky), které nemusí být implementované v systému a připojí si je teprve tvůrce PLC.

Hlavní vlastnosti:

- Takt sběrnice do 250mikrosekund
- Tvorba inicializačních paketů (mailboxů) typu CoE a SoE
- Tvorba procesní výměny dat
- Distribuovaný clock (všechny periferie pracují ve stejném čase)
- Diagnostické prostředky

Pro sestavení komunikace všech periferií na sběrnici EtherCAT se používá EtherCAT studio od firmy KOENIG GmbH

Sběrnice EtherCAT



Příklad obrazovky EtherCAT studia

Sběrnice EtherCAT

Výsledkem sestavení v EtherCAT studiu je vyzkoušený projekt, který se propojí se systémem. Na propojování jednotlivých prvků se používají tzv. „logické spoje“, které umožňují jejich propojování jen na základě konfigurace a bez nutnosti změny PLC programu. Propojení se provede s ohledem na typ proměnné a požadovanou periodu obsluhy.

PLC program má k dispozici vstupy a výstupy všech periférií EtherCATu

```
<Connections>
```

```
<Connection Source="ECAT.In3E2.Channel 1.Input" Destination="PLC.Input.HladinaOleje" Invert="0" Connected="1"></Connection>
<Connection Source="ECAT.In3E2.Channel 2.Input" Destination="PLC.Input.FiltrOleje" Invert="0" Connected="1"></Connection>
<Connection Source="ECAT.In3E2.Channel 3.Input" Destination="PLC.Input.TeplotaOleje" Invert="0" Connected="1"></Connection>

<Connection Source="RTM.Servo[0].Edrv.DriveControl" Destination="ECAT.X1.Outputs.Control word" Connected="1"></Connection>
<Connection Source="ECAT.Y1.Inputs.Status word" Destination="RTM.Servo[1].Edrv.DriveStatus" Connected="1"></Connection>
```

Příklad definice v konfiguračním souboru v XML tvaru

EtherCAT periferie

V řídicích systémech řady CNC872 iTQ-E se používají EtherCAT komponenty např. firmy BECKHOFF, SCHNEIDER, OMRON, SANYO a periferie z vývoje MEFI .

Z rozsáhlé nabídky lze vybrat potřebné moduly nebo pohony, např. pro ovládání digitálních nebo analogových vstupů a výstupů, rozbočovače, terminály atd. Moduly se umísťují na stroji, tak aby byly co nejbližší k výkonovým prvkům a jsou spojeny pouze ethernetovým kabelem.

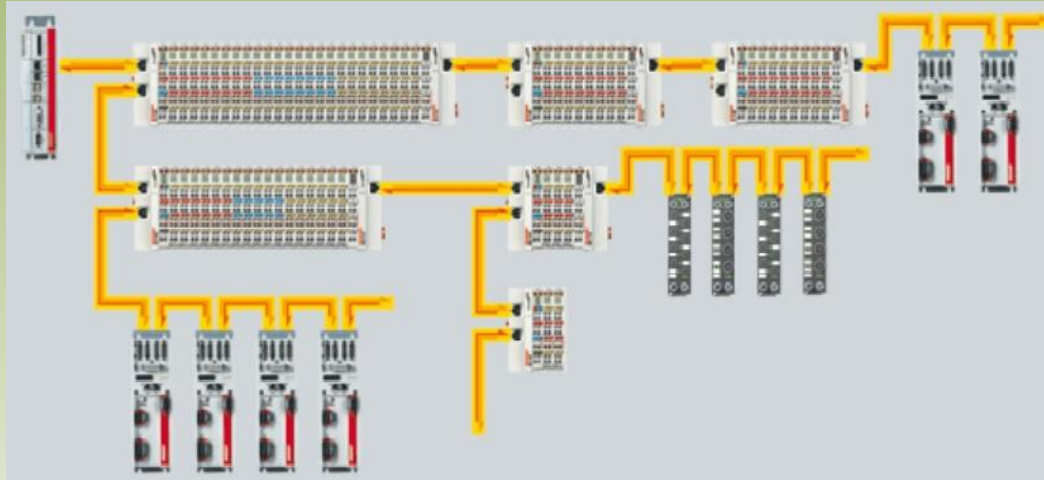
Příklad pro dostupné I/O moduly od firmy BECKHOFF včetně dokumentace a schémát viz:

<http://www.beckhoff.com>



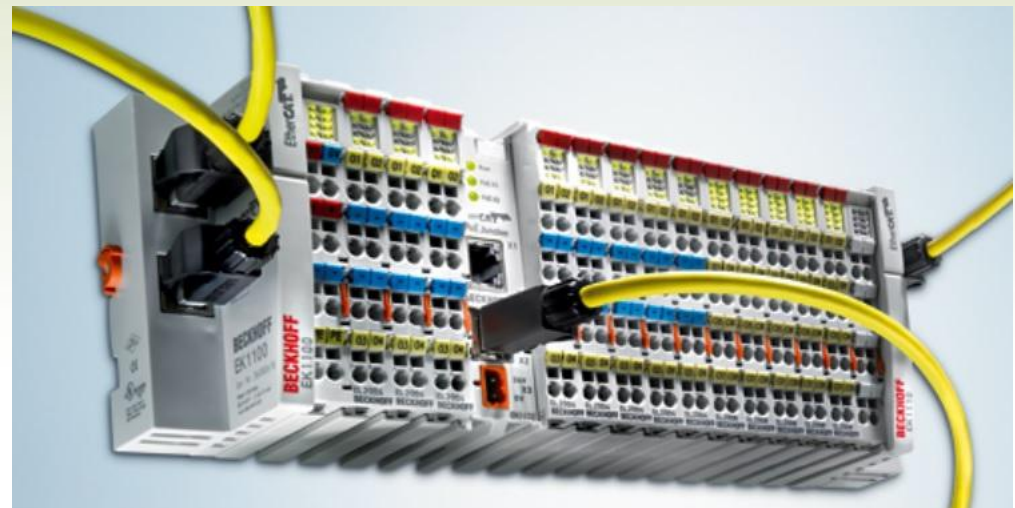
Modul digitálního vstupu (2 vstupy)

EtherCAT periferie



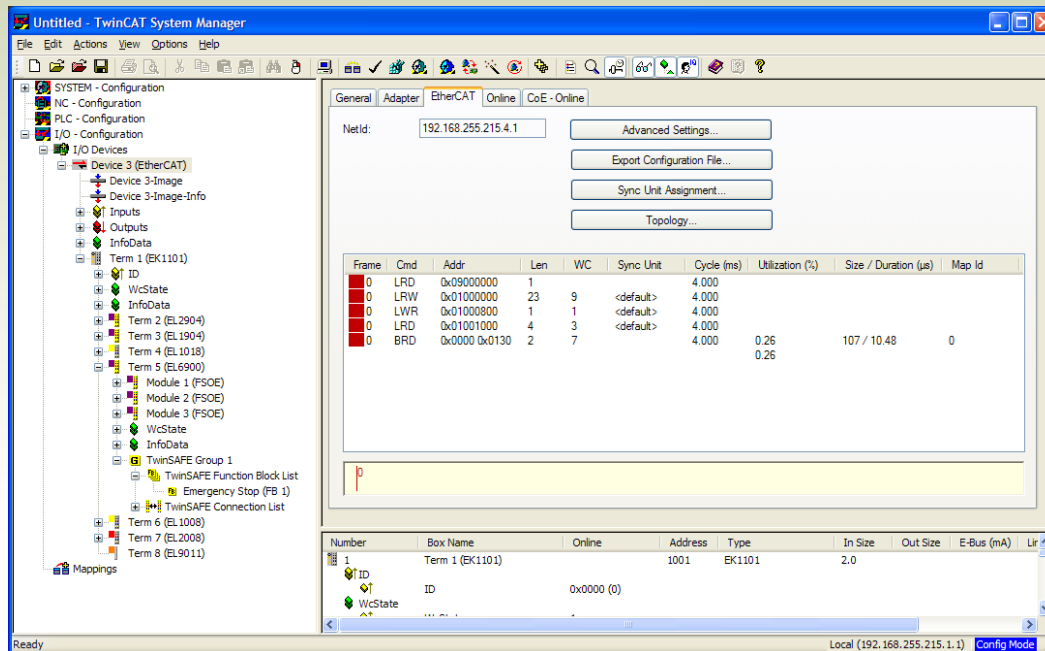
Topologie **EtherCAT** umožňuje takřka libovolné propojení – liniové, stromové nebo hvězdicové. Požadované rozhraní je na sduřovačích, není potřeba žádných dalších přepínačů.

Jednotlivé moduly se řadí např. na DIN lišty podle potřeby, spojují se pouze zasunutím do drážek vedle sebe.



Bezpečnostní PLC pro sběrnice EtherCAT

- Pro tvorbu bezpečnostního PLC (Safety PLC) se využívá software TwinCAT firmy BECKHOFF.
- Projekt vytvořený v TwinCATu se vyexportuje do EtherCAT studia, kde se může dál pokračovat v tvorbě sítě EtherCAT.
- Vývojové prostředí se využívá na generaci parametrů pro jednotlivé moduly a vygenerování tzv. Slave To Slave komunikace (S2S)



Příklad vygenerování XML souboru pro S2S komunikaci

Příklady strojů se systémem CNC872



Repase horizontální frézky WHN13 CNC s řídicím systémem CNC872.

Provedení s EtherCAT periferiemi BECKHOFF

Příklady strojů se systémem CNC872



VCC1200

Centrum pro 5-ti osé obrábění

Příklady strojů se systémem CNC872



Horizontka WHN10



Umístění otočného panelu



Rozvaděč

Příklady strojů se systémem CNC872



Stroj na řezání mramoru, žuly, pískovce apod.
(osy X, Y, Z, naklápění a rotace pily)

Řezání kruhové desky z mramoru



Příklady strojů se systémem CNC872



Soustruh HAWK



Plazmový vypalovací stroj TOPAZ



Karusel SKJ12

Příklady strojů se systémem CNC872



Příklad repase elektrické části robota
OJ-10 z bývalé produkce ZTS Detva



Řízení robota přes externí ovládací panel

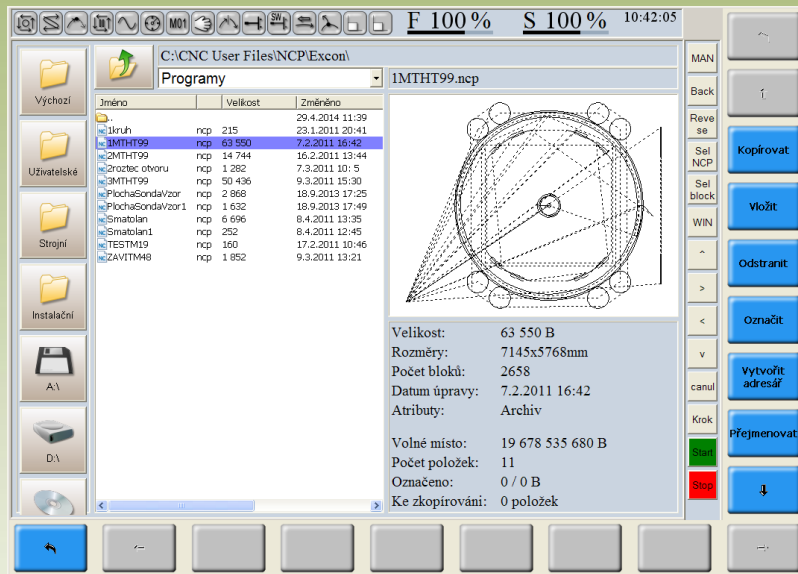
Ovládání systému CNC872

The screenshot displays the CNC872 control system interface, which is divided into several functional areas:

- Indikační kontrolky stavu systému**: A row of status indicator icons at the top of the interface.
- Okno pro indikaci polohy os, rychlosti, otáček a dalších parametrů**: A window showing real-time coordinates (X: 528.688, Y: -185.056, Z: 0.000), speed (Rychlost: 50.000), and spindle speed (Otáčky: 800.000). It also displays the distance to the next block (Distance: 1984.506).
- Okno pro průběžný výpis prováděného partprogramu**: A window showing the execution progress of the part program, listing line numbers and G-code commands (e.g., N10F600 S630 M91 M3 M8 D1 G23, N11G17 "FREZA PR.80, N12G40 "FREZOVANI DRAZKY, N13G0 X2401.764 Y-840.686).
- Dotykové softwarové pravé boční menu**: A vertical menu on the right side of the interface, accessible via a touch screen, containing options like MAN, Back, Reve se, Sel NCP, and Sel block.
- Okno pro 3D nebo 2D grafické zobrazení prováděného partprogramu**: A central window displaying a 3D wireframe model of the part being machined, with a coordinate system (X, Y, Z) overlaid.
- Dotykové softwarové spodní menu**: A horizontal menu at the bottom of the interface, accessible via a touch screen, containing options like Editor, Správce souborů, Volba programu, Volba bloku, Pokračovat v rozprac. programu, and Centrální anulace.

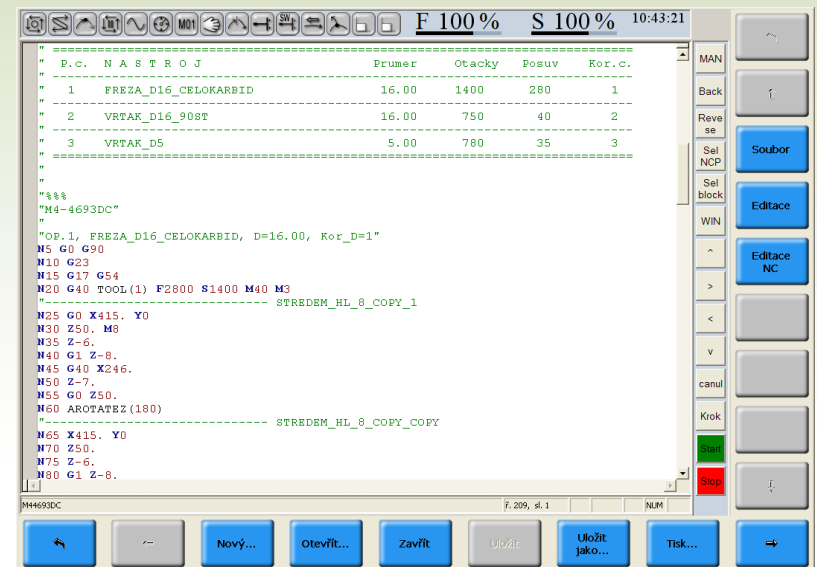
Příklad základní obrazovky systému – zobrazovaná okna jsou HTML soubory a lze je podle potřeby a typu stroje libovolně modifikovat

Ovládání systému CNC872

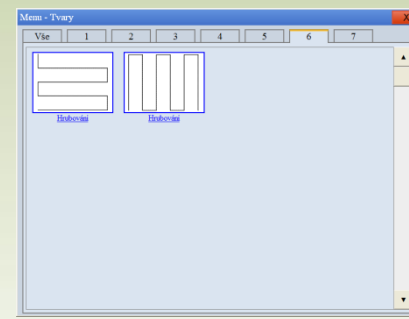
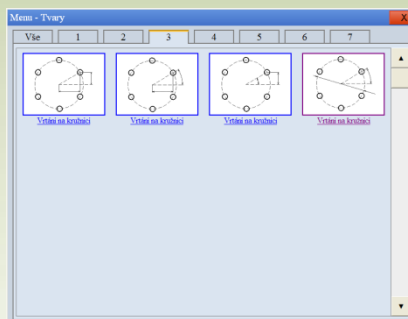
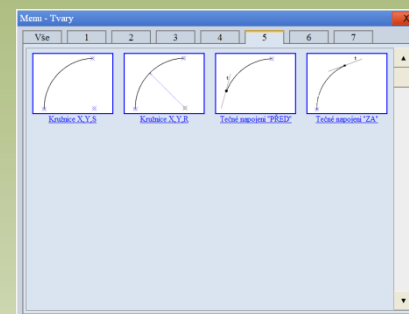
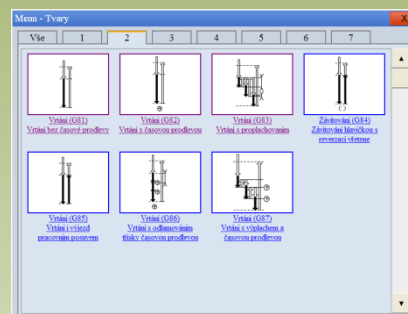
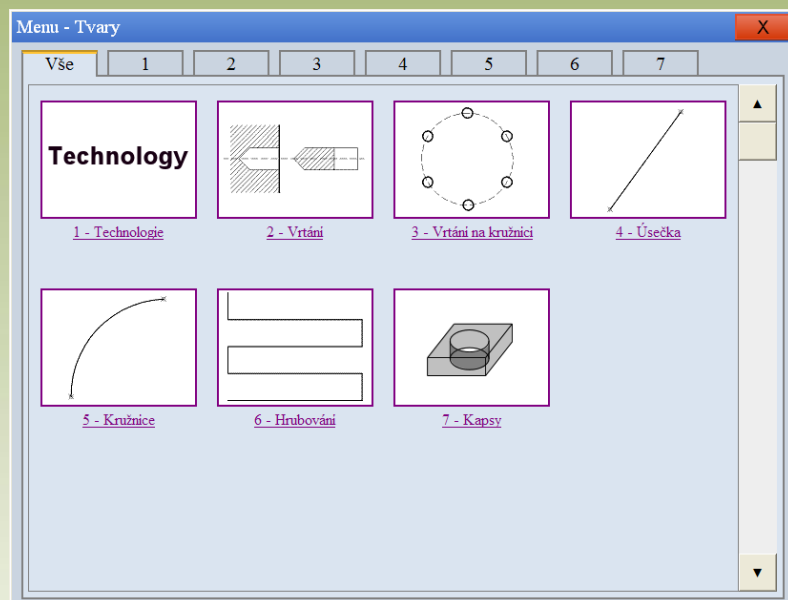


Uživatelsky přívětivé prostředí, správce souborů, kopírování, mazání, vkládání, přejmenování souborů, vytváření adresářů, informace o souborech, možnost vstupu a výstupu partprogramů z různých periférií, nejčastěji z USB flash disku nebo počítačové sítě.

Standardní funkce vestavěného editoru partprogramů a ostatních datových souborů, barevné odlišení komentářů, blokové operace atd.

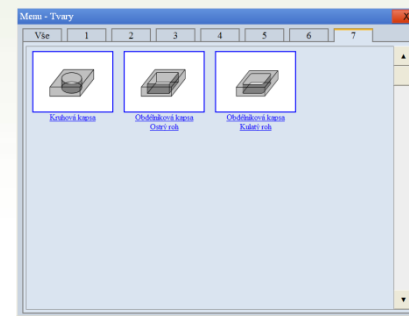
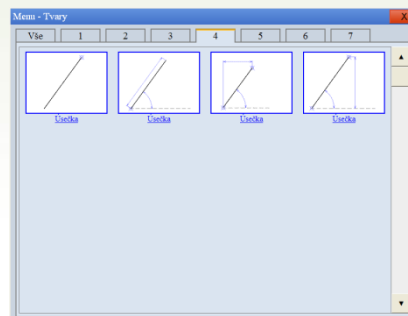


Ovládání systému CNC872

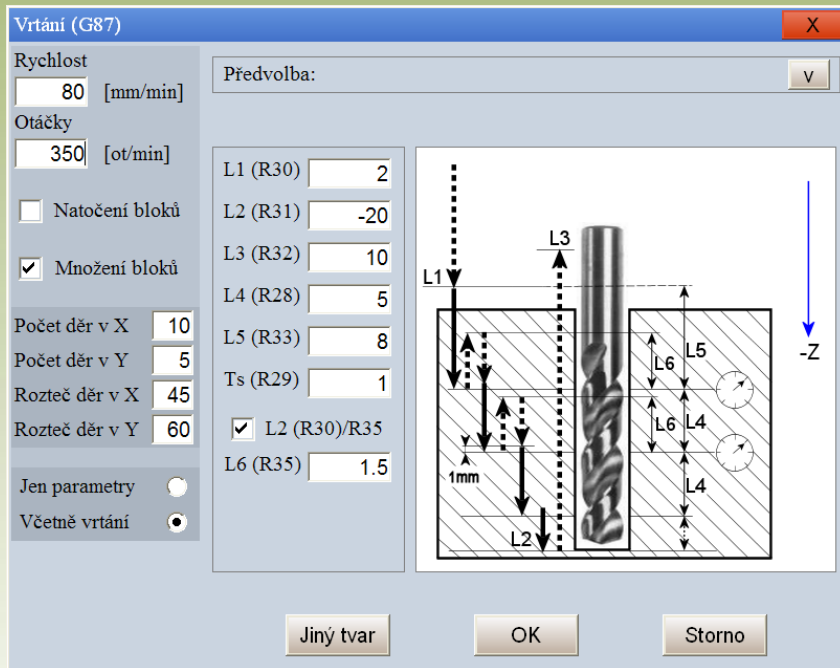


Předdefinované cykly pro obrábění:

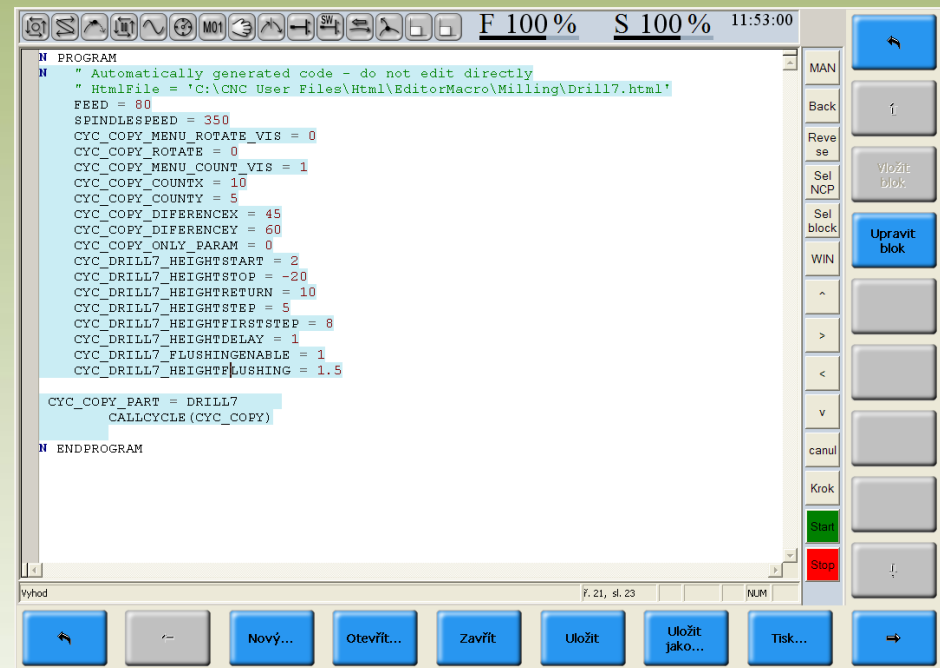
- Vrtání, vrtání na síti bodů
- Vrtání na kružnici
- Přímky
- Kružnice
- Hrubování
- Kapsování



Ovládání systému CNC872



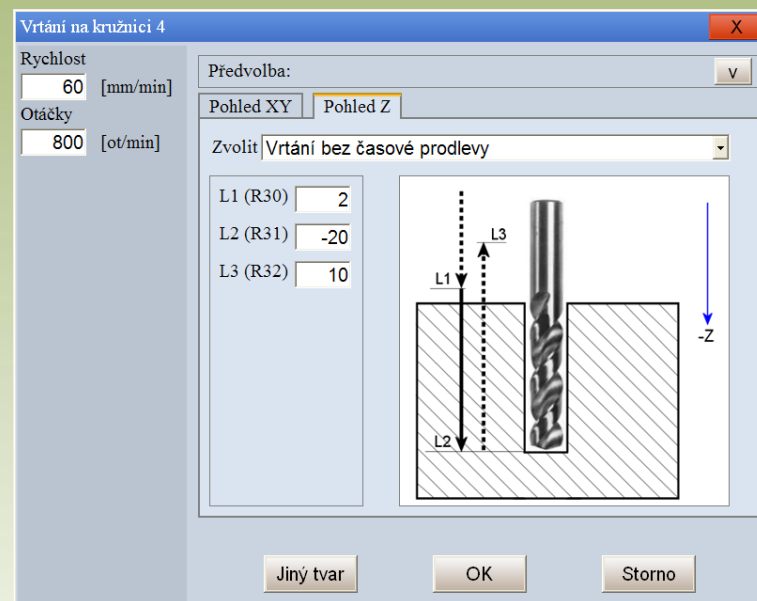
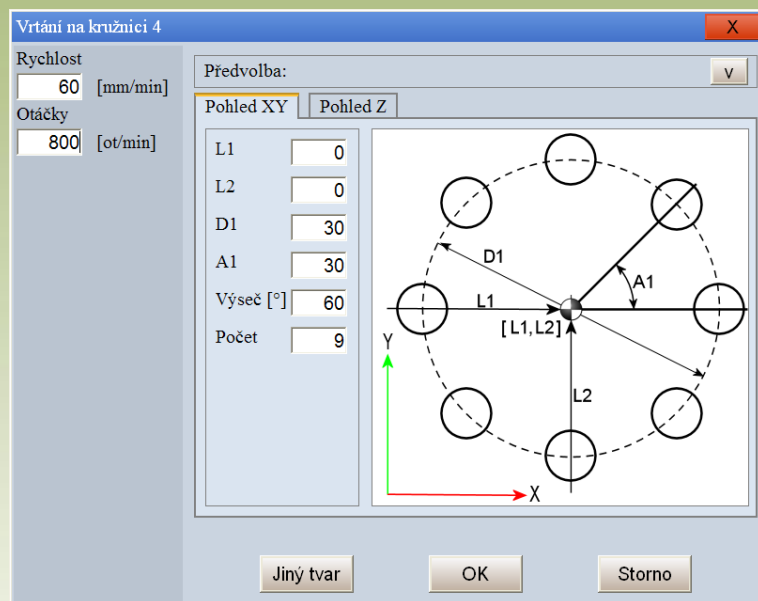
Obr. 1



Obr. 2

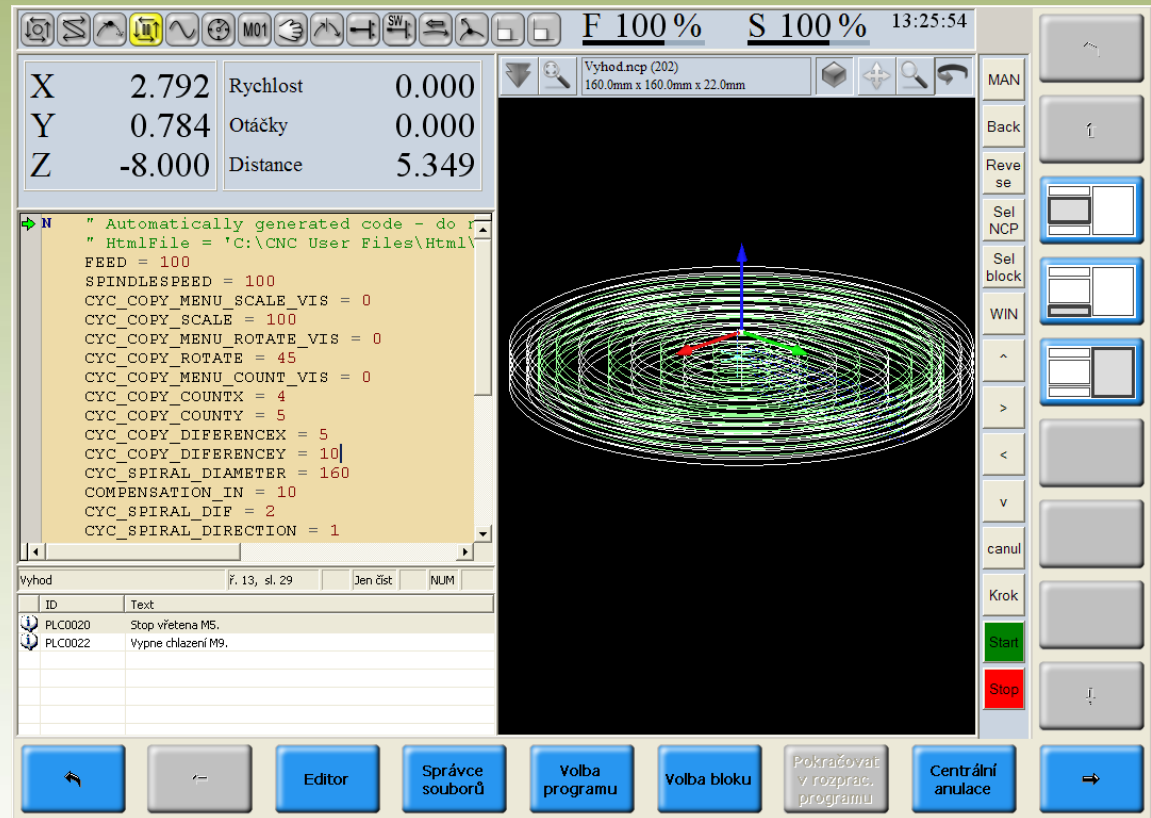
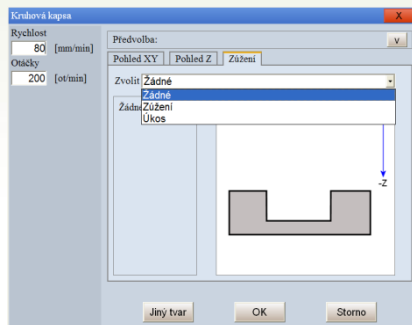
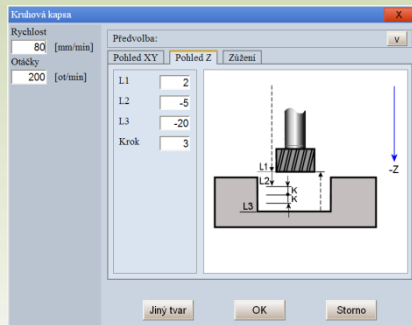
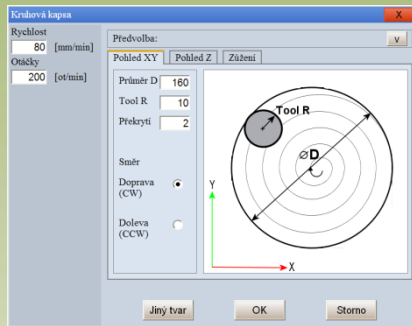
Příklad vložení vrtacího cyklu s výplachem a časovou prodlevou do editoru (obr. 2). Vybraný blok je v editoru obarven a lze jej kdykoli zpětně editovat graficky změnou parametrů v dialogové tabulce (obr. 1) po stisku tlačítka „Upravit blok“

Ovládání systému CNC872



Příklad vložení bloku s vrtáním děr na kružnici. Zadává se průměr roztečné kružnice a úhel první díry (obr. 1). V pohledu Z (obr. 2) se volí typ vrtání – zde základní vrtací cyklus bez časové prodlevy.

Ovládání systému CNC872

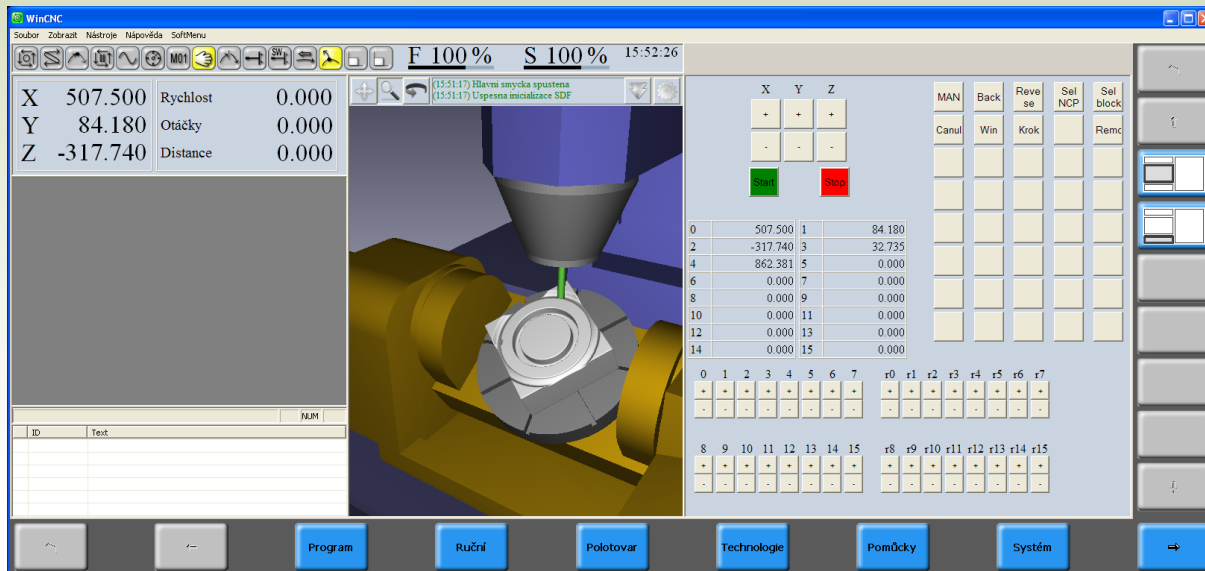


Příklad frézování kruhové kapsy, zadávají se parametry v rovině X,Y, dále parametry ve směru osy Z a tvar kapsy (válcová nebo kuželová)

Možnosti grafického náhledu

Standardní zobrazení zobrazuje pouze trajektorii pohybu (náhled partprogramu) se zvýrazněním odjetých bloků, rychloposuvových bloků, předěl bloků, čísla bloků a vektor nástroje.

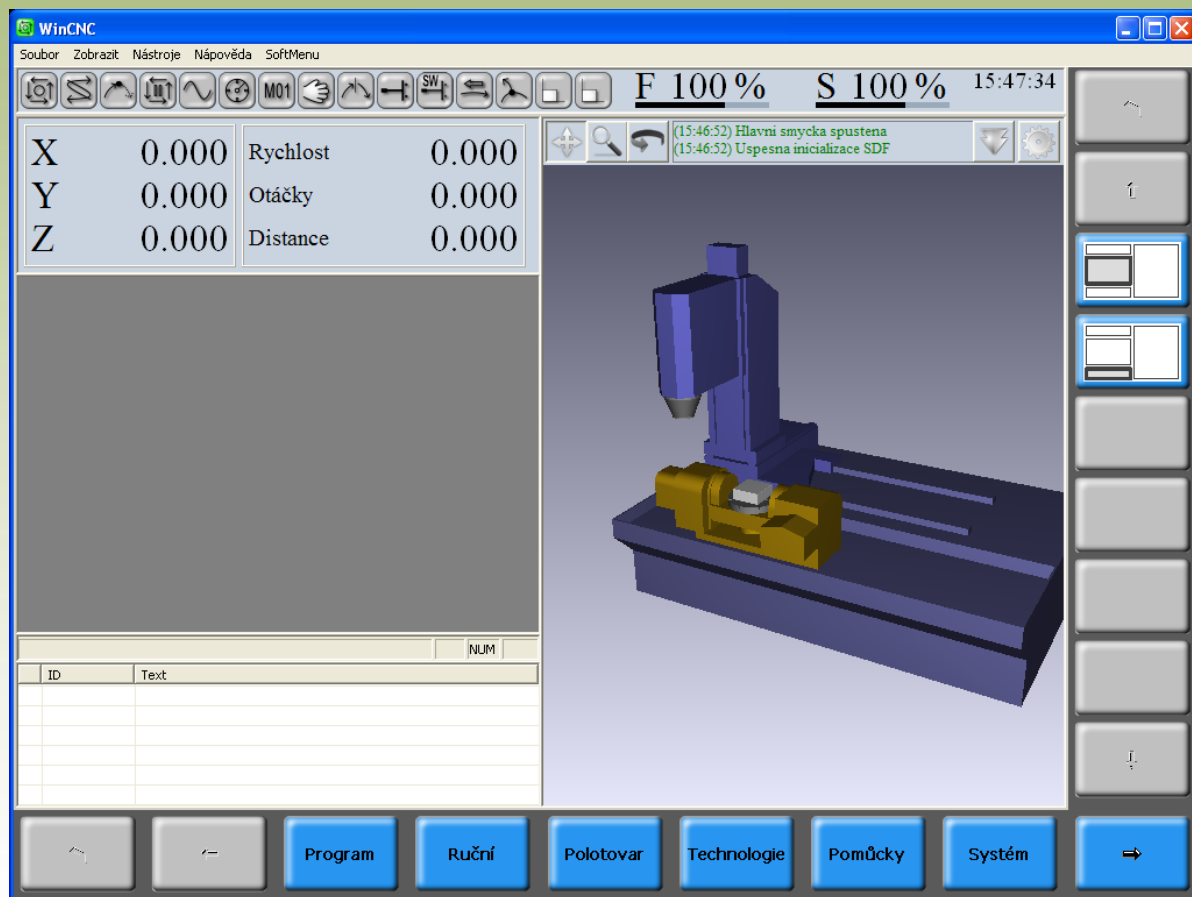
Kromě standardní grafiky je v systému implementována tzv. 3D grafika, která zobrazuje reálný pohled na stroj a umožňuje zobrazovat obrábění polotovaru včetně postupného odebírání materiálu polotovaru. Obrobek i nástroj jsou zobrazeny reálně podle grafického modelu, uloženého v souboru typu STL. Celý model stroje a všech pohyblivých částí musí být také vytvořen v grafickém modelu.



Ukázka 3D grafiky v systému.

V pravé části obrázku je příklad HTML okna pro zkoušení systému v případě, kdy není k dispozici panel s tlačítky

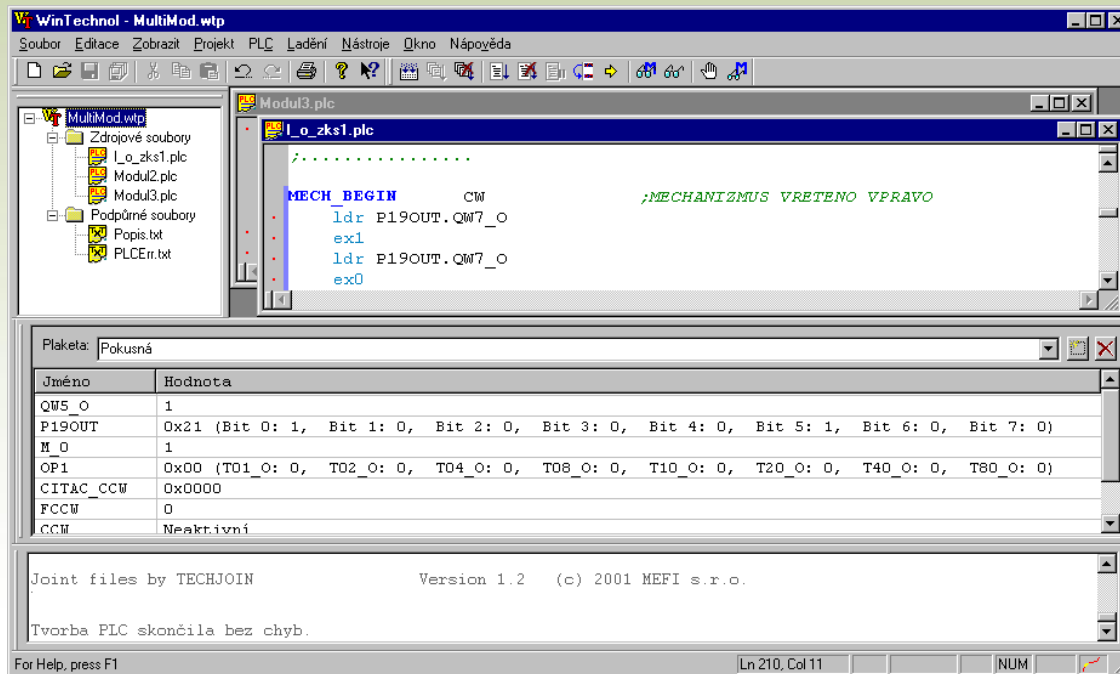
Možnosti grafického náhledu



Zobrazení stroje podle modelu, uloženého v souboru typu STL.

Tvorba PLC a uživatelského rozhraní

Nutnou podmínkou k plnohodnotné činnosti stroje je vytvoření a instalace PLC do řídicího systému. Pro návrháře PLC je k dispozici integrované vývojové prostředí **WinTechnol**, vyvinuté ve firmě MEFI, které je určeno pro tvorbu a odlaďování PLC programu. Program nabízí správu zdrojových souborů PLC a dalších podpůrných souborů interfacu ve formě projektu. K překladu využívá externí překladač **Technol** firmy MEFI. Výstupem překladu je **Setup PLC**, tj. instalační exe soubor.



Fáze vývoje PLC

- Tvorba PLC – vytvoření zdrojového programu PLC pro konkrétní stroj, logiky ovládání, definice vstupů a výstupů
- Tvorba grafického uživatelského rozhraní – možnost tvorby vlastních HTML stránek (oken)
- Ladění na stroji – spojení systému a externího počítače s ladicím prostředím WinTechnol přes ethernetovou síť.

PLC uživatelské rozhraní

Programové vybavení umožňuje návrhářům PLC tvorbu vlastních dialogových, indikačních, informačních či diagnostických obrazovek (oken) v HTML formátu. Tím je umožněno přizpůsobit vzhled systému, ovládání, či technologické zadávání na prakticky libovolný stroj. Často se vlastní tvorba HTML stránek používá pro speciální stroje, kde se nevystačí se standardním vzhledem.

0.000 X Dist: 0.000 X2: F: 0.0

0.000 Z Dist: 0.000 Z2: F: 0.0

Převod: 1:0,5-62 2:1-250 S 0 S-set: Přesř. posuv: 0.001 sec.

Volba nástroje

1 2 3 4 11 12 13 14 Start

Obrazovka pro ruční režim karuselu

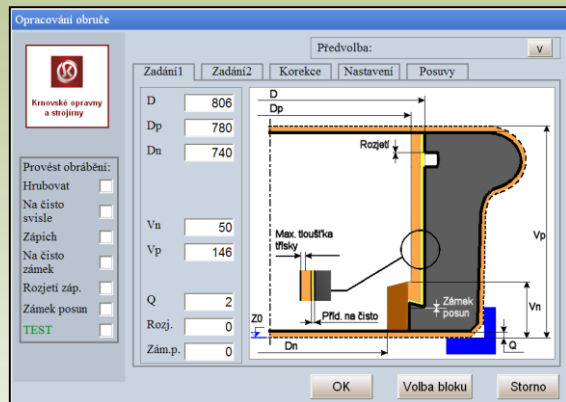
IP-0	IP-1	IP-2	IP-3	OP-0	OP-1	OP-2
				Má být Stav		
TI Start pohonů stroje				2SA0	0	
TO. Hydrauliky				4QF1	1	
TO. Chlazení HM				6QF2	1	
TO. Chlazení oleje desky				6QF3	1	
TO. Mazání převodovky desky				6QF4	1	
TO. Posuvu příčniku				13QF1	1	
TO. Dopravníků třísek				18QF1,2	1	
TO. Čerpadla chladicí kapaliny				21QF1	1	

0 = vypnuto 1 = zapnuto = neurčitý stav

Obrazovka pro diagnostiku vstupů

PLC uživatelské rozhraní

Tvorba vlastních HTMH stránek se může s výhodou uplatnit i pro podporu technologického programování. Kromě již zmíněných pevných cyklů, které jsou součástí systému, lze pomocí dialogů vytvořit i technologickou podporu pro různé speciální případy obrábění

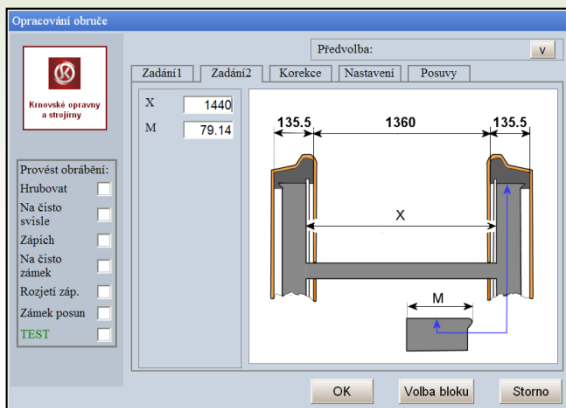


Na obrázcích jsou dialogová okna pro tvorbu technologického partprogramu pro obrobení vnitřního profilu obruče železničního soukolí na karuselu SKJ12.

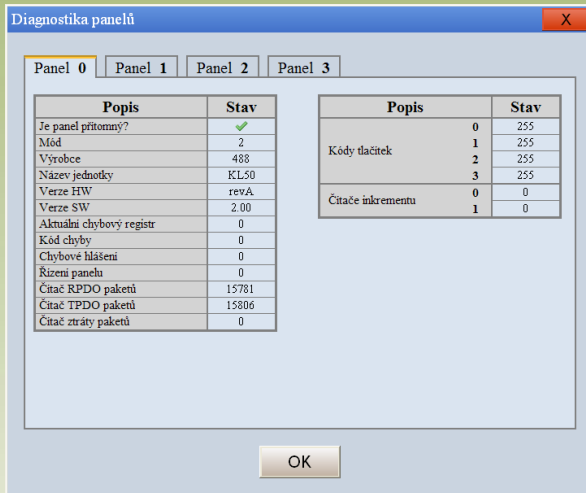
Vzhledem k tomu, že se jedná o stále stejný profil, ve kterém se po proměření soukolí mění pouze několik rozměrů, byl partprogram napsán parametricky, přičemž vstupní parametry zadá obsluha stroje do uvedených dialogových oken.

Po potvrzení zadání lze prakticky okamžitě pustit obrábění. Časová úspora je evidentní.

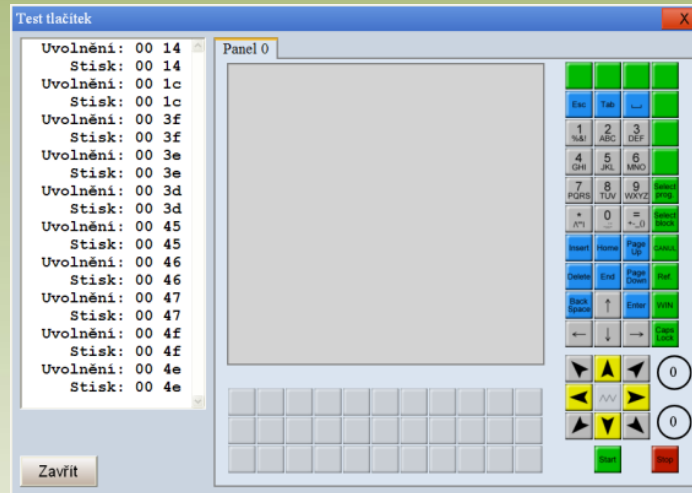
Dialogy byly vytvořeny podle konkrétních požadavků zákazníka.



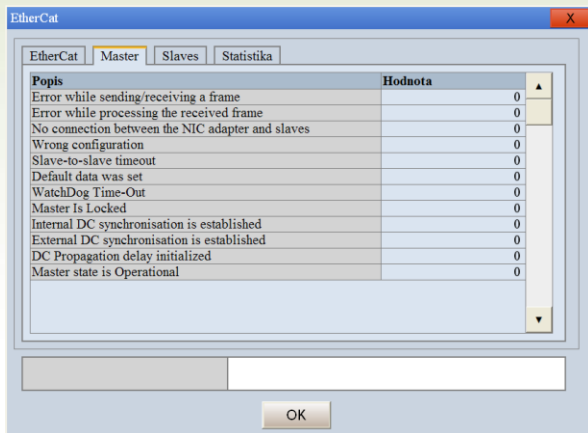
Diagnostika systému CNC872



Test připojených panelů



Test tlačítek panelu



Test EtherCAT

Systém je standardně vybaven diagnostickými prostředky pro usnadnění lokalizace eventuelních závad systému, připojených periferií, pohonů, tlačítek apod.

Kromě standardních diagnostických obrazovek může návrhář PLC pomocí prostředků, které má k dispozici navrhnout a Realizovat speciální diagnostické obrazovky pro konkrétní typ stroje.

Diagnostické obrazovky se tvoří v HTML jazyce.

Vzdálená podpora

MEFI Remote support

V řídicím systému je implementována tzv. vzdálená podpora. Přes Internet je možné se spojit pomocí programu **TeamViewer** se vzdáleným počítačem, což umožňuje:



ID systému a heslo se oznámí obsluze vzdáleného počítače

- Přenos souborů oběma směry
- Ovládání systému „na dálku“ (pod dohledem osoby u stroje, možnost připojení kamery)
- Nastavování či změnu různých konfiguračních parametrů v systému
- Instalaci nové verze software systému či PLC
- Diagnostiku problémů na stroji
- Technologickou pomoc obsluze

Úvodní obrazovka **TeamVieweru** na vzdáleném počítači. Obsluha počítače zadá oznámené partnerské ID a heslo

