

Název veřejné  
zakázky:

**Dodávka systému pro pokročilé řízení pohybu a pětiosé obrábění II**

Část 1 veřejné zakázky – Dodávka obráběcího stroje pro pětiosé frézování

Část 2 veřejné zakázky – Dodávka komponent systému pro pokročilé řízení pohybu ve více osách

Odůvodnění vymezení technických podmínek veřejné zakázky ve vztahu k potřebám veřejného zadavatele podle § 156 odst. 1 písm. c) zákona č. 137/2006 Sb., v platném znění

Část 1 VZ – dodávka  
obráběcího stroje pro  
pětiosé frézování

**Technické parametry stroje**

- Osazení řídicím systémem SIEMENS SINUMERIK 840D SL, rok výroby nejpozději 2013
- V rámci kompatibility s řídicím systémem
  - frekvenční měnič řady SINAMICS S120 s komunikací ProfiNet
  - synchronní servomotory řady SIMOTICS pro pohony posuvů
- Kinematika s alespoň pěti stupni volnosti pro obecné obrábění v prostoru
- Grafický operátorský panel s obrazovkou minimálně 10 palců
- Uzavřený pracovní prostor s vodotěsným krytím alespoň IP x2
- Maximální otáčky včetně alespoň 6000ot./min
- Pojezdy v pracovním prostoru X, Y, Z alespoň 400x200x300 mm
- Zásobník nástrojů pro minimálně 8 kusů
- Rychloposuv v osách X, Y, Z alespoň 10m/min
- Opakovatelná chyba polohování maximálně 0,01mm
- Osvětlení pracovního prostoru
- Litinové nosné dílce
  
- Vývojové prostředí a SW nástroje
  - Možnost programování v českém jazyce
  - Dialogové programování SINUMERIK Operate – ShopMill
  
- Příslušenství
  - sada nástrojů pro vrtání a frézování včetně upínání
  
- Volitelné doplňky
  - Nástrojová dotyková sonda
  - Obrobková dotyková sonda
  - Kompresor pro zásobení pneumatických částí stroje stlačeným vzduchem, maximální tlak alespoň 8 bar
  - CAM systém pro řešení CNC frézování kompatibilní s osazeným řídicím systémem včetně CNC postprocesoru

**Odůvodnění**

Pětiosá kinematika stroje je potřebná při výrobě tvarově složitých součástí s nutností měnit orientaci nástroje vůči obrobku. Pro výzkum a vývoj v oblasti CNC řízení je nezbytné použít takto obecnou kinematiku, protože tento způsob obrábění klade nejvyšší nároky na algoritmy řídicího systému. Ty musí zajistit přesné plánování a řízení pohybu s použitím obecných kinematických

transformací, dráhových korekcí a prostorových interpolací. Řídicí systém SIEMENS SINUMERIK 840D SL je celosvětově uznávaným standardem v oblasti obráběcích strojů a slouží jako etalon pro ostatní výrobce. Společnost SIEMENS je celosvětovým lídrem v oblasti automatizační techniky, podíl na trhu činí zhruba 50% v PLC řídicích systémech a více než 30% celkově v průmyslové automatizaci (údaje získané ze studie Credit Suisse – Global Industrial Automation ze srpna 2012, viz [1]). V regionu střední a západní Evropy je tento podíl ještě vyšší. S ohledem na aplikovatelnost výsledků dosažených v rámci výzkumu a vývoje v programu NTIS v průmyslové praxi a na vazby na partnery v regionu využívající výhradně platformu SIEMENS (např. Škoda Machine Tool a.s., doloženo oficiálním vyjádřením zájmu o budoucí spolupráci, viz [2]) je proto nezbytné použití tohoto široce rozšířeného systému. Dalším důvodem je snaha o hospodárné využití zdrojů, zajištění kompatibility se stávajícím vybavením a posílení interdisciplinární spolupráce mezi výzkumnými týmy programu NTIS a ostatními fakultami kvůli možnosti napojení na CAD/CAM/CAE software SIEMENS NX (v hodnotě řádově 2 milióny Kč) pro podporu činností v konstrukci a výrobě, který byl pořízen na výzkum a vývoj na Fakultě strojní ZČU. Rok výroby 2013 nebo novější je nezbytný pro zajištění požadavku na nejnovější firmware v dodaném zařízení kvůli možnosti využití všech pokročilých funkcí. Frekvenční měniče SINAMICS S120 a pohony SIMOTICS s komunikací ProfiNet jsou nezbytné pro zajištění kontinuity dosavadního výzkumu a vývoje díky možnostem napojení na stávající hardware a používané řídicí systémy. Grafický operátorský panel s obrazovkou alespoň 10 palců je nezbytný pro možnost ovládání a dialogového programování stroje. Zásobník nástrojů pro minimálně 8 kusů umožňuje řešit složitější úlohy obrábění bez nutnosti zásahu obsluhy. Rychloposuv v osách X, Y, Z alespoň 10m/min umožňuje rychlé polohování nástroje v průběhu obrábění a umožní testovat algoritmy řízení při vysoce dynamických pohybech. Litinové nosné dílce jsou potřebné pro zajištění dostatečné konstrukční tuhosti stroje a brání problémům s přesností polohování vlivem mechanických vibrací. Vodotěsné uzavření pracovního prostoru vychází z požadavků na umístění v laboratoři, kde je nepřijatelná kontaminace okolního prostředí. Otáčky vřetene minimálně 6000 ot/min. jsou nezbytné pro samotný proces obrábění frézováním. Rozměry pojezdů v pracovním prostoru X, Y, Z alespoň 400x200x300 mm jsou dány požadovanými rozměry obráběných součástí. Polohování s opakovatelnou chybou maximálně 0,01mm odpovídá běžnému standardu dosahovanému současnými komerčními CNC obráběcími stroji. Osvětlení pracovního prostoru usnadňuje obsluhu stroje.

Možnost programování v českém jazyce usnadňuje používání stroje. Softwarový nástroj ShopMill umožňuje dialogové programování bez nutnosti ruční tvorby ISO kódu a výrazně zjednodušuje zadávání instrukcí.

Příslušenství zahrnuje nástroje a upínáky pro řešení standardních úloh obrábění

Volitelně může být dodána obrobková a nástrojová sonda, sloužící k přesné kalibraci souřadného systému podle upnutí obrobku a správné nastavení dráhových korekcí při opotřebení nástroje. Pro obrábění složitějších dílů je vhodný CAM systém doplněný o CNC postprocesor navržený na míru konkrétnímu stroji, který naplánuje správnou technologii obrábění a automaticky sestaví výsledný NC program. Kompresor je potřebný pro zásobení pneumatických částí stroje stlačeným vzduchem, maximální tlak alespoň 8 bar je nutný pro použití standardních pneumatických komponent.

**Část 2 VZ – dodávka  
komponent systému pro  
pokročilé řízení pohybu  
ve více osách**

**Technické parametry**

- Řídicí systém SIEMENS SIMOTION P
- Programovatelný logický automat Simatic S7-300 minimálně s komunikací ProfiNet
- Modul digitálních vstupů/výstupů minimálně 16DI/16DO
- Modul analogových vstupů/výstupů minimálně 4AI/2AO
- Alespoň 5ks rotačních třífázových synchronních servopohonů SIMOTICS vybavených brzdou a absolutním víceotáčkovým snímačem polohy, jmenovitý výkon 1,2 - 2kW
- Alespoň 2ks čelních axiálních převodovek kompatibilních s dodanými rotačními pohony, převodové poměry  $i=7$ ,  $i=16$ , torzní úhlová vůle nejvýše 6 arcmin
- Alespoň 1ks asynchronní pohon, jmenovitý výkon 3 - 6kW, maximální otáčky alespoň 6000ot./min
- 1ks přímý momentový rotační pohon, jmenovitý moment alespoň 100Nm, jmenovité otáčky alespoň 250rpm
- 1ks přímý lineární pohon, jmenovitá síla alespoň 1kN, maximální rychlost posuvu alespoň 250m/min, délka posuvu alespoň 1.5m
- Frekvenční měniče řady SINAMICS S120 s příslušnými výkonovými moduly
- Řídicí jednotky pro 6 os minimálně s komunikací ProfiNet
- Zdroj napájení 24V
  
- **Softwarové nástroje**
  - Vývojové prostředí pro PLC programování pro Simatic SW - Engineering-Software Step 7 Professional
  - Vývojové prostředí pro SIMOTION SW - Engineering-Software Simotion Scout
  
- **Příslušenství**
  - Odrušovací filtr, síťová tlumivka, brzdový odpor
  - Kabeláž k pohonům 10m, silový a zpětnovazební kabel
  - Grafický operátorský panel, displej alespoň 10 palců

**Odůvodnění**

Předmětem druhé části veřejné zakázky je dodávka komponent pro vývoj řešení pokročilého řízení víceosého pohybu. Řídicí systémy SIEMENS jsou zavedeným standardem v této oblasti a jejich pořízení je nezbytným krokem pro udržení návaznosti teoretického výzkumu na aplikační sféru a transfer výsledků projektu NTIS do průmyslové praxe. Nezbytná je i kompatibilita s dodávaným CNC obráběcím strojem pro účely vývojových prací a testování nových algoritmů řízení.

Společnost SIEMENS je celosvětovým lídrem v oblasti automatizační techniky, podíl na trhu činí zhruba 50% v PLC řídicích systémech a více než 30% celkově v průmyslové automatizaci (údaje získané ze studie Credit Suisse – Global Industrial Automation ze srpna 2012, viz [1]). V regionu střední a západní Evropy je tento podíl ještě vyšší. S ohledem na aplikovatelnost výsledků dosažených v rámci výzkumu a vývoje v programu NTIS v průmyslové praxi a na vazby na partnery v regionu využívající výhradně platformu SIEMENS (např. Škoda Machine Tool a.s., doloženo oficiálním vyjádřením zájmu o budoucí spolupráci, viz [2]) je proto nezbytné použití tohoto široce rozšířeného systému. Dalším důvodem je snaha o hospodárné využití zdrojů, zajištění kompatibility se stávajícím vybavením a posílení interdisciplinární spolupráce

mezi výzkumnými týmy programu NTIS a ostatními fakultami kvůli možnosti napojení na CAD/CAM/CAE software SIEMENS NX (v hodnotě řádově 2 milióny Kč) pro podporu činností v konstrukci a výrobě, který byl pořízen na výzkum a vývoj na Fakultě strojní ZČU.

Řídicí systém SIEMENS SIMOTION P pracuje jako centrální jednotka pro řízení pohybu a je nezbytná pro řízení elektrických pohonů. Programovatelný logický automat Simatic S7-300 zajišťuje funkce logického řízení a technologického regulátoru stroje. Komunikace ProfiNet umožní napojení na kompatibilní pohony SIEMENS. Modul digitálních vstupů/výstupů 16DI/16DO a modul analogových vstupů/výstupů 4AI/2AO slouží k připojení senzorů a aktuátorů stroje k řídicímu systému. Servopohony SIMOTICS umožní vybudovat modulární systém simulující libovolnou obecnou kinematiku pracovního mechanismu stroje pro výzkum algoritmů plánování a řízení pohybu, tlumení vibrací, pohyby s elektronickou vačkou a CNC řízení strojů se speciální kinematikou. Jmenovitý výkon 1.2-2kW odpovídá standardnímu dimenzování pohonů pro CNC stroje. Čelní axiální převodovky kompatibilní s dodanými rotačními motory slouží pro přizpůsobení výstupních otáček pohonu pracovnímu mechanismu stroje. Převodové poměry  $i=7$  a  $i=16$  byly vypočteny jako optimální hodnoty pro standardní aplikace obrábění. Úhlová vůle maximálně 6 arcmin je nezbytná pro přesné polohování pracovního mechanismu při obrábění. Asynchronní pohon se jmenovitým výkonem 3-6kW, maximální otáčky alespoň 6000ot./min je nezbytný pro pohon včetně obráběcího stroje. Přímé pohony jsou využívány v aplikacích se speciálními požadavky na vysokou dynamiku a dosaženou přesnost polohování. Přímý rotační momentový pohon se jmenovitým momentem alespoň 100Nm a jmenovitými otáčkami alespoň 250rpm a lineární pohon se jmenovitou silou alespoň 1kN a maximální rychlostí posuvu alespoň 250m/min umožní vyvíjet systémy řízení pohybu pro nestandardní stroje s využitím technologie přímých pohonů. Délka posuvu alespoň 1.5m je nezbytná pro zajištění dostatečného rozsahu pohybu při použití v manipulátorech, obráběcích strojích a jiných mechatronických systémech standardní velikosti. Frekvenční měniče řady SINAMICS S120 s příslušnými výkonovými moduly slouží pro řízení pohonů stroje. Komponenty s komunikací ProfiNet zajistí kompatibilitu všech komponent a možnost napojení na stávající hardware používaný pro výzkum a vývoj. Zdroj 24V je nezbytný pro napájení řídicí elektroniky frekvenčních měničů.

Odrušovací filtr, síťová tlumivka, brzdový odpor jsou elektrické komponenty zajišťující funkčnost celé pohonné soustavy jako celku. Kabeláž k pohonům zahrnuje silový a zpětnovazební kabel pro připojení pohonů k frekvenčním měničům. Grafický operátorský panel s displejem alespoň 10 palců umožní vytvářet grafické rozhraní obsluhy.

Pro tvorbu aplikačního softwaru jsou nezbytné příslušné vývojové nástroje. Pro PLC kontrolér Simatic je to vývojové prostředí Step 7 Professional, pro systém Simotion pak prostředí Simotion Scout. Podpora všech jazyků v normě DIN EN 6.1131-3. Požadovaná verze SW umožňuje programování aplikačního SW podle normy IEC 61 331-3.