



DODATOK Č. 3 K ZMLUVE O POSKYTNUTÍ NENÁVRATNÉHO FINANČNÉHO PRÍSPEVKU

uzatvorený v zmysle § 269 ods. 2 zákona č. 513/1991 Zb. Obchodný zákonník v znení neskorších predpisov, v zmysle § 20 ods. 2 zákona č. 523/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách verejnej správy a o zmene a doplnení niektorých zákonov a v zmysle zákona č. 528/2008 o pomoci a podpore poskytovanej z fondov Európskeho spoločenstva

ČÍSLO ZMLUVY: 036/2009/2.2/OPVaV

Tento Dodatok k Zmluve o poskytnutí nenávratného finančného príspevku, registračné číslo Dodatku **036/2009/2.2/OPVaV/D03** (ďalej len „Dodatok“) je uzatvorený v zmysle článku 8 bod 1 VZP medzi zmluvnými stranami:

Poskytovateľ

názov : Ministerstvo školstva Slovenskej republiky
sídlo: Stromová 1, 813 30 Bratislava
Slovenská republika
IČO: 00164381
DIČ: 2020798725
konajúci: prof. Ing. Ján Mikolaj, CSc.

v zastúpení¹

názov: Agentúra Ministerstva školstva SR pre štrukturálne fondy EÚ
sídlo: Hanulova 5/B, 841 01 Bratislava
IČO: 31819494
DIČ: 2022295539
konajúci: Ing. Alexandra Drgová
na základe splnomocnenia zo dňa 13.12. 2007
(ďalej len „Poskytovateľ“)

¹ Vypní sa v prípade, ak zmluvu uzatvára sprostredkovateľský orgán pri riadiacom orgáne, ktorý koná v mene riadiaceho orgánu

CU

Prijímateľ

názov : Žilinská univerzita v Žiline
sídlo: Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
zapísaný v: Registri organizácií Štatistického úradu SR
konajúci: prof. Ing. Ján Bujňák, CSc.
IČO: 00397563
DIČ: 2020677824

banka:

číslo účtu (vrátane predčíslia) a kód banky

zálohové platby:² a)

b)

predfinancovanie:³ a)

b)

refundácia:⁴ a)

(ďalej len „Prijímateľ“)

(ďalej aj „Zmluvné strany“)

Článok 1

Poskytovateľ a Prijímateľ sa dohodli na zmenách Zmluvy o poskytnutí nenávratného finančného príspevku č. **036/2009/2.2/OPVaV** (ďalej len „Zmluva“), kód ITMS Projektu **26220220046**, v znení Dodatku č. 3 – registračné číslo Dodatku (036/2009/2.2/OPVaV/D03), v uvedenej v článku 2 tohto Dodatku.

Článok 2

(1) V prílohe č. 2 Zmluvy „Predmet podpory NFP“ sa tabuľka „Časový rámeč realizácie Projektu“ nahrádza novou tabuľkou „Časový rámeč realizácie Projektu“.

Nová tabuľka je prílohou č. 1 k Dodatku č. 3

Príloha č. 1 k Dodatku č. 3 sa stáva neoddeliteľnou súčasťou Zmluvy.

² Ak sa nehodí, prečiarknite

³ Ak sa nehodí, prečiarknite

⁴ Ak sa nehodí, prečiarknite

- (2) Príloha č. 2 Zmluvy „Prehľad aktivít projektu“ sa nahrádza novou prílohou „Prehľad aktivít projektu“.

Nový podrobný popis aktivít je prílohou č. 3 k Dodatku č. 3

Príloha č. 3 k Dodatku č. 3 sa stáva neoddeliteľnou súčasťou Zmluvy.

Článok 3

- (1) Pre účely tohto Dodatku sa všeobecné zmluvné podmienky označujú ako „VZP“, Zmluva o poskytnutí NFP bez VZP a ostatných príloh sa označuje ako „Zmluva o poskytnutí NFP“ a zmluva o poskytnutí NFP, VZP a ostatné prílohy sa označuje ako „Zmluva“.
- (2) Tento Dodatok je vyhotovený v 4 rovnopisoch, pričom po podpise Dodatku dostane Prijímateľ 1 rovnopis a 3 rovnopisy dostane Poskytovateľ. V prípade sporu medzi zmluvnými stranami sa bude postupovať podľa rovnopisu tohto Dodatku uloženého u Poskytovateľa.
- (3) Zmluvné strany vyhlasujú, že si text tohto Dodatku riadne a dôsledne prečítali, jeho obsahu a právny účinkom z neho vyplývajúcich porozumeli. Ich zmluvné prejavy sú dostatočne jasné, určité a zrozumiteľné, vyjadrujúce ich slobodnú a vážnu vôľu. Podpisujúce osoby sú oprávnené k podpisu tohto Dodatku a na znak súhlasu ho podpísali.
- (4) Tento Dodatok nadobúda platnosť a účinnosť dňom podpisu oboma zmluvnými stranami. Ak tento Dodatok bude podpísaný v rôznych dňoch, Dodatok nadobúda platnosť a účinnosť dňom, počas ktorého bol pripojený posledný podpis.
- (5) Tento Dodatok sa stáva neoddeliteľnou súčasťou Zmluvy.

Za Poskytovateľa v Bratislave, dňa: 09.04.2010

Podpis:

Meno a priezvisko štatutárneho orgánu/zástupcu⁵ Poskytovateľa

Ing. Alexandra Drgová

⁵ Ak sa nehodí, prečiarknite

Za Prijímateľa v Žiline, dňa: 06.04.2020

Podpis:.,

Meno a priezvisko štatutárneho orgánu/zástupcu⁶ Prijímateľa
prof. Ing. Ján Bujňák, Csc.

Prílohy:

Príloha č. 1 Časový rámec realizácie projektu

Príloha č. 2 Prehľad aktivít projektu

⁶ Ak sa nehodí, prečiarknite

Príloha č. 1 k Dodatku č. 3 k Zmluve o poskytnutí NFP**Časový rámec realizácie Projektu**

Názov aktivity	Začiatok realizácie aktivity (MM/RRRR)	Ukončenie realizácie aktivity (MM/RRRR)
Hlavné aktivity (max. 100 znakov pre každú aktivitu)		
1.1 Vývoj prototypu hexapodickej paralelnej kinematickej štruktúry	09/2009	10/2010
1. 2 Návrh zariadenia s aplikáciou hexapodickej štruktúry	11/2010	05/2011
2.1 Vývoj prototypu tripodickej paralelnej kinematickej štruktúry	06/2011	12/2011
2.2 Návrh zariadenia s aplikáciou tripodickej štruktúry	01/2012	07/2012
Podporné aktivity		
Riadenie projektu	09/2009	07/2012
Publicita a informovanosť	09/2009	07/2012

64

Príloha č. 2 k Dodatku č. 3 k Zmluve o poskytnutí NFP

Prehľad aktivít Projektu

Harmonogram realizácie projektu		
Číslo a Názov aktivity	Začiatok realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	Ukončenie realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)
1.1 Vývoj prototypu hexapodickej paralelnej kinematickej štruktúry	III/2009	IV/2010
1.2 Návrh zariadenia s aplikáciou hexapodickej štruktúry	IV/2010	II/2011
2.1 Vývoj prototypu tripodickej paralelnej kinematickej štruktúry	II/2011	IV/2011
2.2 Návrh zariadenia s aplikáciou tripodickej štruktúry	I/2012	III/2012
Podporné aktivity		
Riadenie projektu	III/2009	III/2012
Publicita a informovanosť	III/2009	III/2012

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	1.1 Vývoj prototypu hexapodickej paralelnej kinematickej štruktúry
Cieľ aktivity	Vývoj prototypu hexapodickej paralelnej kinematickej štruktúry s vlastnosťami požadovanými pre aplikáciu na výrobnom stroji alebo robote
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	III/2009 – IV/2010
Opis aktivity	Vývoj mechanickej stavby paralelnej kinematickej štruktúry so šiestimi prútmi – hexapodu bude vyžadovať nasledovné etapy riešenia: Kinematická analýza hexapodickej štruktúry. Počítačová simulácia - návrh algoritmov simulačného programu, vývoj softvéru pre počítačovú simuláciu. Vývoj subsystému pohonov a snímačov paralelnej kinematickej štruktúry, servopohony, prevodové mechanizmy, návrh a špecifikácia senzorických prvkov. Návrh algoritmov riadenia, tvorba programového vybavenia. Vývoj riadenia hexapodu, návrh radiaceho systému - návrh koncepcie riadenia, prepojenie s hierarchicky nadradeným počítačom. Štúdium prevádzkových vlastností a charakteristík mechanizmu, určenie pracovného priestoru, overenie funkčnosti a presnosti polohovania mechanizmu. Návrh sústavy technologických a manipulačných efektorov paralelnej kinematickej štruktúry. Návrh aplikácie paralelnej kinematickej štruktúry v priemysle.

Funkcia: Vývoj hexapodu vyžaduje uskutočniť teoretický rozbor problematiky, nasleduje návrh a optimalizácia konštrukcie zariadenia a jeho subsystémov, príprava technickej dokumentácie, výrobných výkresov, určenie všetkých komponentov, výroba vybraných komponentov, dodávka zložitých komponentov od dodávateľov. Montáž subsystémov, overovanie a zabezpečenie ich funkčnosti, celková montáž hexapodu. Overovanie a optimalizácia prevádzkových vlastností sústavy.

Čas: 09/2009 – 10/2010

Vstupy: Hexapod je mechanizmus, u ktorého šesť paralelne usporiadaných ramien s premenlivou dĺžkou spája pevnú bázu s pohyblivou platformou. Všetky spojenia medzi ramenami a platformou sú realizované pomocou sférických kĺbov a spojenia medzi ramenami a bázou je realizované pomocou kardanových kĺbov. Vďaka tomuto usporiadaniu má platforma šesť stupňov voľnosti, čo jej umožňuje posúvanie v osiach x , y , z a rotáciu okolo týchto osí φ_x , φ_y , φ_z . Výsledný pohyb platformy vzniká súčasnou zmenou dĺžky všetkých ramien. Z toho vyplýva, že pohyb jedného ramena ovplyvňuje priestorovú a uhlovú polohu platformy vo všetkých osiach. Toto chovanie je typické pre všetky paralelné kinematiky. Stroje s paralelnou kinematickou štruktúrou (PKŠ) sú teda charakterizované ako nelineárny priestorový systém nerešpektujúci princíp superpozície čiastkových pohybov.

Návrh hexapodickéj PKŠ vyžaduje zložitú kinematickú analýzu a náročné riešenie všetkých jej subsystémov – mechanickej stavby, systému pohonov, snímačov, riadiaceho systému, vývoj softvéru pre počítačovú simuláciu, riadenie a programovanie, ako aj subsystému technologických a manipulačných efektorov.

Výstupy: Výstupom bude prvý prototyp hexapodickéj štruktúry na Slovensku s požadovanými vysokými kvalitatívnymi parametrami - statickou a dynamickou tuhosťou a presnosťou polohovania, ktorý bude vhodný aj pre aplikáciu na výrobných strojoch a robotoch.

Vďaka veľkému množstvu rôznych variantov konštrukcií sú široké možnosti uplatnenia paralelných kinematických štruktúr. S paralelnými kinematickými štruktúrami sa v oblasti výrobnej techniky môžeme stretnúť u obrábacích, tvárniacich a meracích strojov, priemyslových robotov, manipulatorov a u ďalších polohovacích zariadení. Paralelné kinematické štruktúry v týchto oblastiach sú určené pre vykonávanie množstva technologických operácií.

Medzi hlavné výhody paralelných kinematických štruktúr

	patria nízke hmotnosti pohybujúcich sa častí, vysoká pracovná rýchlosť a zrýchlenie, rám a všetky časti stroja sú obvyčajne len minimálne namáhané ohybovými momentmi, väčšina použitých komponentov má vysokú opakovateľnosť v rámci stroja, použitie normalizovaných súčiastok a vysoká presnosť. Previazanosť: Všetky aktivity navzájom súvisia a výsledkom ich realizácie bude vývoj prototypu hexapodu. Predpokladané riziká: - obchodné: tieto riziká súvisia so zabezpečením vybraných komponentov hexapodu a niektorých prístrojov a zariadení potrebných na realizáciu výskumu vlastností prototypu (vhodnosť výberu komponentov a prístrojov, vhodnosť výberu externého dodávateľa, zmena cien, termíny dodávok a pod.), - technické: tieto riziká súvisia s uplatnením zvolených postupov a zvoleného riešenia subsystémov prototypu. Výber a kvalita všetkých komponentov, softvéru, hardvéru, riadenia bude mať priamy vplyv na výslednú presnosť a chovanie mechanizmu, - projektové: tieto riziká sa týkajú všetkých častí riadenia projektu – času, nákladov, rozsahu, cieľov projektu, odborná úroveň členov projektového tímu a pod., - etické: všetky postupy riešenia a výsledky vedecko-výskumného projektu budú podliehať rozhodnutiam etickej komisie.
Metodológia aktivity	1. Návrh koncepcie prototypu hexapodu: - stanovenie cieľov, - rozbor požiadaviek kladených na zariadenie, - rozbor jednotlivých subsystémov zariadenia, - rozbor súčiastkovej základne. 2. Návrh kinematického princípu mechanizmu: - analýza požadovaných stupňov voľnosti, - návrh kinematickej schémy mechanizmu s požadovaným počtom stupňov voľnosti, - analýza použitia kinematických väzieb medzi jednotlivými členmi kinematického reťazca. 3. Konštrukčný návrh mechanického subsystému: - základný koncepčný návrh mechanizmu, - konštrukčný návrh jednotlivých prvkov kinematického reťazca, - základné statické pevnostné výpočty mechanizmu počas zaťaženia, - výber vhodných komponentov, - dimenzovanie a výber pohonných jednotiek, - konštrukčný návrh realizácie kinematických väzieb,

	- realizácia mechanizmu a ďalších častí zariadenia. 4. Návrh snímačového subsystému: - rozbor veličín, ktoré je potrebné sledovať, - návrh koncepcie snímačového subsystému, - stanovenie snímačov vhodných pre jednotlivé úlohy, - návrh spôsobu spracovania informácií získaných snímačmi. 5. Vývoj simulačného programu: - návrh koncepcie prostredia simulačného programu – grafické užívateľské rozhranie, - určenie potrebných ovládacích prvkov, - návrh matematického modelu popisujúceho činnosť mechanizmu, - postavenie modelov pre generovanie interpolácií, - realizácia simulačného programu. 6. Vývoj riadiaceho subsystému: - návrh možných architektur riadiaceho systému - výber vhodnej architektúry riadiaceho systému, - návrh výkonových elektronických prvkov. 7. Vývoj komunikačný subsystém: - návrh prepojenia riadiaceho systému so simulačným programom, - rozbor prenosu dát medzi simulačným programom a riadiacim systémom, - návrh komunikačných protokolov, - realizácia komunikačného modulu, - riešenie kolíznych stavov v komunikácii medzi PC a zariadením. - ladenie a zdokonaľovanie komunikačného subsystému. 8. Montáž prototypu hexapodu: - oživenie sústavy, - ladenie vyvinutého softvéru, - overenie systému programovania sústavy atď.. 9. Overovanie technických a prevádzkových vlastností prototypu.
Výstupy (výsledky) aktivity	Výstupom aktivity bude funkčný prototyp hexapodickéj kinematickej štruktúry. Jeho využitie bude v oblasti nasadenia na výrobné stroje, manipulačné zariadenia a roboty novej generácie, vhodné pre aplikáciu nových technológií, hlavne vysokorýchlostného obrábania, ako aj vývoj číslicovo riadených zariadení na realizáciu zložitého viacosového riadenia pohybu. To bude výrazný inovačný impulz pre vývoj nových typov výrobných, meracích a manipulačných zariadení, čo vytvorí predpoklady pre vyššiu konkurencieschopnosť v najširšom kontexte. Realizácia aktivity sa odrazí v: - zvýšení záujmu doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov o výskum,

	- zvýšení možností publikovania v medzinárodne uznávaných periodikách v súvislosti s akceptáciou požadovanej úrovne metodiky výskumu, - zvýšení možnosti porovnávania výsledkov výskumu na medzinárodnej úrovni, - konkurencieschopnosti a prestíže pracoviska. Realizácia predkladaného projektu tak bude mať: - priamy dopad - na všetkých účastníkov výskumu v danej oblasti, hlavne vo zvýšení teoretickej aj aplikačnej úrovne ich vedeckovýskumnej činnosti, - nepriamy - regionálny dopad, ktorý môžeme charakterizovať hlavne cez zvýšenie záujmu o aplikáciu výsledkov projektu vo výrobných firmách po uplynutí stanovenej lehoty pre aplikáciu v hospodárskej praxi, ďalej zvýšenie kvality a komplexnosti výsledkov výskumu. Výsledky výskumu a vývoja budú prezentované na medzinárodných konferenciách, na workshopoch a doktorandských seminároch, ktoré organizuje riešiteľské pracovisko a iné TU v SR i zahraničí. Intenzívne bude publikovanie výsledkov výskumu v odbornej tlači v SR a zahraničí. Prepojenie na verejnú prax: - vzdelávacie aktivity, využívanie vyvinutého prototypu v pedagogickej činnosti SĽF, zriadenie špecializovaného pracoviska v laboratóriách fakulty. Riešenie bakalárskych, diplomových a rigorózných prác o PKŠ, - optimalizácia projektovania paralelných štruktúr, - analýza a zlepšovanie technických a prevádzkových parametrov výrobných strojov, manipulačných zariadení a robotov.
--	---

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	1.2 Návrh zariadenia s aplikáciou hexapodickej štruktúry
Cieľ aktivity	Návrh aplikácie vyvinutého prototypu hexapodu na výrobnom alebo manipulačnom zariadení v laboratórnych podmienkach, čím by vzniklo zariadenie vyššej generácie pre aplikáciu nových technológií
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	IV/2010 - II/2011
Opis aktivity	Realizácia HSC technológie na doterajších obrábacích strojoch s tzv. sériovou kinematikou nie je jednoduchá. Vysokorychlostné integrované vretená a lineárne motory umožňujú dosiahnuť najvyššie rezné a posunové rýchlosti, no praktické využitie týchto parametrov je obmedzené

mechanickými problémami strojov. Konvenčné strojné rámy s klasickými typmi priamočiarych vedení a nízkymi vlastnými frekvenciami sú vážnym konštrukčným problémom. Preto vzniklo principiálne nové riešenie, ktoré umožňuje prejsť od sériovej k paralelnej kinematike strojných rámov.

Na stroji s paralelnou kinematikou je koncový člen paralelne prepojený s pevnou základňou niekoľkými aktívnymi tyčami (prútmi, nohami), ktorých dĺžka je menená NC riadiacim systémom. Prúty majú na oboch koncoch guľové alebo kardanové kĺby, čo vylučuje akékoľvek ohybové alebo torzné namáhanie a vedie k značnému zníženiu celkovej hmotnosti stroja. Riadiaci systém mení dĺžku aktívnych nôh, teda vzdialeností medzi dvojicami bodov, ktoré sú umiestnené na pevnom ráme a na koncovom pohyblivom člene. Koordinovaný pohyb tyčí určuje priestorovú polohu a orientáciu koncového pohyblivého člena s obvykle šiestimi stupňami voľnosti.

Funkcia: Aplikácia vyvinutého prototypu hexapodu na výrobný alebo manipulačný stroj.

Čas: 11/2010 – 05/2011

Vstupy: Na základe zhodnotenia súčasného stavu výroby výrobných strojov na Slovensku bude určené výrobné alebo manipulačné zariadenie pre aplikáciu hexapodickéj štruktúry.

Výstupy: Výstupom aktivity bude návrh aplikácie funkčného prototypu hexapodickéj kinematickej štruktúry. Jeho využitie bude možné v oblasti nasadenia na výrobné stroje, manipulačné zariadenia a roboty novej generácie, vhodné pre aplikáciu nových technológií, hlavne vysokorýchlostného obrábania, ako aj vývoj číslicovo riadených zariadení na realizáciu zložitého viacosového riadenia pohybu.

To bude výrazný inovačný impulz pre vývoj nových typov výrobných, meracích a manipulačných zariadení, čo vytvorí predpoklady pre vyššiu konkurencieschopnosť v najširšom kontexte.

Prezentácia výsledkov výskumu a vývoja na medzinárodných konferenciách, na workshopoch a doktorandských seminároch, ktoré organizuje riešiteľské pracovisko a iné TU v SR i zahraničí.

Publikovanie výsledkov výskumu v odbornej tlači v SR a zahraničí.

Prepojenie na verejnú prax:

- vzdelávacie aktivity, využívanie vyvinutého prototypu v pedagogickej činnosti SĽF, zriadenie špecializovaného pracoviska v laboratóriách fakulty. Riešenie bakalárskych, diplomových a rigorózných prác o PKŠ,
- optimalizácia projektovania paralelných štruktúr,

	- analýza a zlepšovanie technických a prevádzkových parametrov výrobných strojov, manipulačných zariadení a robotov. Previazanosť: Všetky aktivity navzájom súvisia a výsledkom ich realizácie bude splnenie cieľov projektu. Predpokladané riziká: - obchodné: tieto riziká súvisia so zabezpečením vybraných komponentov zariadenia a niektorých prístrojov a zariadení potrebných na realizáciu výskumu vlastností vyvíjaného zariadenia (vhodnosť výberu komponentov a prístrojov, vhodnosť výberu externého dodávateľa, zmena cien, termíny dodávok a pod.), - technické: tieto riziká súvisia s uplatnením zvolených postupov a zvoleného riešenia subsystémov prototypu zariadenia. Výber a kvalita všetkých komponentov, softvéru, hardvéru, riadenia bude mať priamy vplyv na výslednú presnosť a chovanie zariadenia, - projektové: tieto riziká sa týkajú všetkých častí riadenia projektu – času, nákladov, rozsahu, cieľov projektu, odborná úroveň členov projektového tímu a pod., - etické: všetky postupy riešenia a výsledky vedecko-výskumného projektu budú podliehať rozhodnutiam etickej komisie.
Metodológia aktivity	Štúdium prevádzkových vlastností a charakteristík paralelnej kinematickej štruktúry, určenie pracovného priestoru, overenie funkčnosti, testovanie lineárnych pohybov v osiach x, y, z a rotácie okolo osí φ_x, φ_y, φ_z, konštrukčné úpravy pre dosiahnutie stanovenej presnosti polohovania, umiestnenie meracieho zariadenia pre vonkajšie kalibrovanie, návrh metód autokalibrácie a hodnotenie kalibračných metód, riešenie vhodných protihavarijných stratégií. Návrh sústavy technologických a manipulačných efektorov pre aplikáciu PKŠ na pracovisku - vývoj sústavy manipulačných chápadiel pre manipuláciu alebo montáž, aplikácia vysokootáčkového a nízkoootáčkového pracovného vretena ako základných technologických efektorov pre prácu osových rezných nástrojov – pre vŕtanie, frézovanie a brúsenie. Tvorba výkresovej dokumentácie pre výrobu a realizáciu technologického pracoviska v laboratórnych podmienkach, návrh krytovania pracovného priestoru výrobného stroja. Návrh aplikácií PKŠ na technologické a manipulačné zariadenia v laboratórnych podmienkach: návrh nasadenia PKŠ v laboratórnych podmienkach napr. na školské päťosové obrábacie centrum, na laserový alebo plazmový CNC rezací stroj. Možnosti aplikácie PKŠ sú na

	manipulačných zväracích stoloch na zväracích robotizovaných pracoviskách. Návrh využitia PKŠ pri návrhu rôznych konštrukcií výrobných strojov a robotov.
Výstupy (výsledky) aktivity	Výstupom aktivity bude návrh aplikácie hexapodickej kinematickej štruktúry v laboratórnych podmienkach. Jeho využitie bude možné v oblasti nasadenia na výrobné stroje, manipulačné zariadenia a roboty novej generácie, vhodné pre aplikáciu nových technológií, hlavne vysokorýchlostného obrábania, ako aj vývoj číslicovo riadených zariadení na realizáciu zložitého viacosového riadenia pohybu. To bude výrazný inovačný impulz pre vývoj nových typov výrobných, meracích a manipulačných zariadení a pracovísk, čo vytvorí predpoklady pre vyššiu konkurencieschopnosť v najširšom kontexte. Realizácia aktivity sa odrazí vo: - zvýšení záujmu doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov o výskum, - zvýšení možností publikovania v medzinárodne uznávaných periodikách v súvislosti s akceptáciou požadovanej úrovne metodiky výskumu, - zvýšení možnosti porovnávania výsledkov výskumu na medzinárodnej úrovni, - konkurencieschopnosti a prestíže pracoviska. Realizácia predkladaného projektu tak bude mať: - priamy dopad - na všetkých účastníkov výskumu v danej oblasti, hlavne vo zvýšení teoretickej aj aplikačnej úrovne ich vedeckovýskumnej činnosti, - nepriamy - regionálny dopad, ktorý môžeme charakterizovať hlavne cez zvýšenie záujmu o aplikáciu výsledkov projektu vo výrobných firmách po uplynutí stanovenej lehoty pre aplikáciu v hospodárskej praxi, ďalej zvýšenie kvality a komplexnosti výsledkov výskumu. Výsledky výskumu a vývoja budú prezentované na medzinárodných konferenciách, na workshopoch a doktorandských seminároch, ktoré organizuje riešiteľské pracovisko a iné TU v SR i zahraničí. Intenzívne bude publikovanie výsledkov výskumu v odbornej tlači v SR a zahraničí. Prepojenie na verejnú prax: - vzdelávacie aktivity, využívanie vyvinutého prototypu v pedagogickej činnosti SjF, zriadenie špecializovaného pracoviska v laboratóriách fakulty. Riešenie bakalárskych, diplomových a rigorózných prác o PKŠ, - optimalizácia použitia paralelných štruktúr, - analýza a zlepšovanie technických a prevádzkových

	parametrov výrobných strojov, manipulačných zariadení a robotov.
--	--

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	2.1 Vývoj prototypu tripodickej paralelnej kinematickej štruktúry
Cieľ aktivity	Vývoj prototypu tripodickej PKŠ s prevádzkovými parametrami požadovanými pre aplikáciu na výrobnom stroji alebo robote
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	II/2011 - IV/2011
Opis aktivity	Vývoj mechanickej stavby paralelnej kinematickej štruktúry s troma prútmi – tripodu bude vyžadovať nasledovné etapy riešenia: - Kinematická analýza tripodickej štruktúry. Počítačová simulácia - návrh algoritmov simulačného programu, vývoj softvéru pre počítačovú simuláciu. - Vývoj subsystému pohonov a snímačov paralelnej kinematickej štruktúry, servopohony, prevodové mechanizmy, návrh a špecifikácia senzorických prvkov. - Návrh algoritmov riadenia, tvorba programového vybavenia. - Vývoj riadenia hexapodu, návrh riadiaceho systému - návrh koncepcie riadenia, prepojenie s hierarchicky nadradeným počítačom. - Štúdium prevádzkových vlastností a charakteristík mechanizmu, určenie pracovného priestoru, overenie funkčnosti a presnosti polohovania mechanizmu. - Návrh sústavy technologických a manipulačných efektorov paralelnej kinematickej štruktúry. - Návrh aplikácie paralelnej kinematickej štruktúry v priemysle. Funkcia: Vývoj tripodu vyžaduje uskutočniť teoretický rozbor problematiky, nasleduje návrh a optimalizácia konštrukcie zariadenia a jeho subsystémov, príprava technickej dokumentácie, výrobných výkresov, určenie všetkých komponentov, výroba vybraných komponentov, dodávka zložitých komponentov od dodávateľov. Montáž subsystémov, overovanie a zabezpečenie ich funkčnosti, celková montáž tripodu. Overovanie a optimalizácia prevádzkových vlastností sústavy. Čas: 06/2011 – 12/2011 Vstupy: Tripody sú PKŠ s troma prútmi. Tricept a trivariant sú hybridné tripodické kinematické štruktúry (kombinácie paralelných so sériovými štruktúrami) sú. Všetky kinematické štruktúry založené na tripode majú tri aktívne

ramená. Rozdiel je len v umiestnení koncového člena a pasívnej väzby.

Tripod je zložený zo základne, ktorá je spojená s platformou prostredníctvom troch aktívnych ramien a jednej pasívnej väzby. Pasívna väzba odoberá platforme rotačné stupne voľnosti. Koncový člen sa na tripode umiestňuje priamo na platformu. Pri takomto kinematickom usporiadaní tripodu je možné koncový člen iba polohovať v priestore, natočenia koncového člena sú závislé na kinematike stroja.

Tricept má rovnakú základnú kinematickú štruktúru ako tripod, s tým rozdielom, že u triceptu je koncový člen (efektor) umiestnený až na poslednom člene sériovej kinematickej štruktúry umiestnenej na platforme. Pri tomto usporiadaní je možné riadiť aj uhlové natočenia koncového člena (efektora).

Trivariant má rovnakú základnú kinematickú stavbu ako tricept, ale trivariant má zlúčenú pasívnu väzbu z jedným ramenom. Tým je možné dosiahnuť väčší pracovný priestor stroja. Nevýhodou je však zvýšené namáhanie spomínaného ramena.

Kinematická schéma štandardného tripodu je zložená z nasledovných členov:

- základňa (báza, pevná platforma),
- pohyblivá platforma, na ktorú sa umiestňuje riadený funkčný člen – efektor,
- spojovacie členy – väčšinou teleskopické tyče,
- kinematické väzby - spojenia určitých tried (kardanové kĺby).

Výsledný pohyb platformy vzniká súčasnou zmenou dĺžky všetkých ramien. Z toho vyplýva, že pohyb jedného ramena ovplyvňuje priestorovú a uhlovú polohu platformy vo všetkých osiach. Toto chovanie je typické pre všetky paralelné kinematiky. Stroje s paralelnou kinematickou štruktúrou sú teda charakterizované ako nelineárny priestorový systém nerešpektujúci princíp superpozície čiastkových pohybov.

Návrh tripodickej PKŠ vyžaduje zložitú kinematickú analýzu a náročné riešenie všetkých jej subsystémov – mechanickej stavby, systému pohonov, snímačov, riadiaceho systému, vývoj softvéru pre počítačovú simuláciu, riadenie a programovanie, ako aj subsystému technologických a manipulačných efektorov.

Výstupy: Výstupom bude prvý prototyp tripodickej štruktúry na Slovensku s požadovanými vysokými kvalitatívnymi parametrami - statickou a dynamickou tuhosťou a presnosťou polohovania, ktorý bude vhodný aj pre aplikáciu na výrobných strojoch a robotoch.

Vďaka veľkému množstvu rôznych variantov konštrukcií sú široké možnosti uplatnenia paralelných kinematických

	štruktúr. V oblasti výrobnéj techniky môžeme stretnúť s PKŠ u obrábacích, rezacích, tvárniacích a meracích strojov, priemyslových robotov, manipulátorov a u ďalších polohovacích zariadení. Paralelné kinematické štruktúry v týchto oblastiach sú určené pre vykonávanie viacerých technologických operácií. Medzi hlavné výhody paralelných kinematických štruktúr patria nízke hmotnosti pohybujúcich sa častí, vysoká pracovná rýchlosť a zrýchlenie, rám a všetky časti stroja sú obyčajne len minimálne namáhané ohybovými momentmi, väčšina použitých komponentov má vysokú opakovateľnosť v rámci stroja, použitie normalizovaných súčiastok a vysoká presnosť. Previazanosť: Všetky aktivity navzájom súvisia a výsledkom ich realizácie bude vývoj prototypu tripodu Predpokladané riziká: - obchodné: tieto riziká súvisia so zabezpečením vybraných komponentov hexapodu a niektorých prístrojov a zariadení potrebných na realizáciu výskumu vlastností prototypu (vhodnosť výberu komponentov a prístrojov, vhodnosť výberu externého dodávateľa, zmena cien, termíny dodávok a pod.), - technické: tieto riziká súvisia s uplatnením zvolených postupov a zvoleného riešenia subsystémov prototypu. Výber a kvalita všetkých komponentov, softvéru, hardvéru, riadenia bude mať priamy vplyv na výslednú presnosť a chovanie mechanizmu, - projektové: tieto riziká sa týkajú všetkých častí riadenia projektu – času, nákladov, rozsahu, cieľov projektu, odborná úroveň členov projektového tímu a pod., - etické: všetky postupy riešenia a výsledky vedecko-výskumného projektu budú podliehať rozhodnutiam etickej komisie.
Metodológia aktivity	1. Návrh koncepcie prototypu tripodu: - stanovenie cieľov, - rozbor požiadaviek kladených na zariadenie, - rozbor jednotlivých subsystémov zariadenia, - rozbor súčiastkovej základne. 2. Návrh kinematického princípu mechanizmu: - analýza požadovaných stupňov voľnosti, - návrh kinematickej schémy mechanizmu s požadovaným počtom stupňov voľnosti, - analýza použitia kinematických väzieb medzi jednotlivými členmi kinematického reťazca. 3. Konštrukčný návrh mechanického subsystému: - základný koncepčný návrh mechanizmu, - konštrukčný návrh jednotlivých prvkov kinematického reťazca,

	- základné statické pevnostné výpočty mechanizmu počas zaťaženia, - výber vhodných komponentov, - dimenzovanie a výber pohonných jednotiek, - konštrukčný návrh realizácie kinematických väzieb, - realizácia mechanizmu a ďalších častí zariadenia. 4. Návrh snímačového subsystému: - rozbor veličín, ktoré je potrebné sledovať, - návrh koncepcie snímačového subsystému, - stanovenie snímačov vhodných pre jednotlivé úlohy, - návrh spôsobu spracovania informácií získaných snímačmi. 5. Vývoj simulačného programu: - návrh koncepcie prostredia simulačného programu – grafické užívateľské rozhranie, - určenie potrebných ovládacích prvkov, - návrh matematického modelu popisujúceho činnosť mechanizmu, - postavenie modelov pre generovanie interpolácií, - realizácia simulačného programu. 6. Vývoj riadiaceho subsystému: - návrh možných architektúr riadiaceho systému, - výber vhodnej architektúry riadiaceho systému, - návrh výkonových elektronických prvkov. 7. Vývoj komunikačný subsystém: - návrh prepojenia riadiaceho systému so simulačným programom, - rozbor prenosu dát medzi simulačným programom a riadiacim systémom, - návrh komunikačných protokolov, - realizácia komunikačného modulu, - riešenie kolíznych stavov v komunikácii medzi PC a zariadením, - ladenie a zdokonaľovanie komunikačného subsystému. 8. Montáž prototypu tripodu: - oživenie sústavy, - ladenie vyvinutého softvéru, - overenie systému programovania sústavy atď.. 9. Overovanie technických a prevádzkových vlastností prototypu.
Výstupy (výsledky) aktivity	Výstupom aktivity bude funkčný prototyp hexapodickej kinematickej štruktúry. Jeho využitie bude v oblasti nasadenia na výrobné stroje, manipulačné zariadenia a roboty novej generácie, vhodné pre aplikáciu nových technológií, hlavne vysokorýchlostného obrábania, ako aj vývoj číslicovo riadených zariadení na realizáciu zložitého viacosového riadenia pohybu. To bude výrazný inovačný impulz pre vývoj nových typov výrobných, meracích a manipulačných zariadení, čo vytvorí predpoklady pre vyššiu konkurencieschopnosť v najširšom

	kontexte. Realizácia aktivity sa odrazí v: - zvýšení záujmu doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov o výskum, - zvýšení možností publikovania v medzinárodne uznávaných periodikách v súvislosti s akceptáciou požadovanej úrovne metodiky výskumu, - zvýšení možnosti porovnávania výsledkov výskumu na medzinárodnej úrovni, - konkurencieschopnosti a prestíže pracoviska. Realizácia predkladaného projektu tak bude mať: - priamy dopad - na všetkých účastníkov výskumu v danej oblasti, hlavne vo zvýšení teoretickej aj aplikatívnej úrovne ich vedeckovýskumnej činnosti, - nepriamy - regionálny dopad, ktorý môžeme charakterizovať hlavne cez zvýšenie záujmu o aplikáciu výsledkov projektu vo výrobných firmách po uplynutí stanovenej lehoty pre aplikáciu v hospodárskej praxi, ďalej zvýšenie kvality a komplexnosti výsledkov výskumu. Výsledky výskumu a vývoja budú prezentované na medzinárodných konferenciách, na workshopoch a doktorandských seminároch, ktoré organizuje riešiteľské pracovisko a iné TU v SR i zahraničí. Intenzívne bude publikovanie výsledkov výskumu v odbornej tlači v SR a zahraničí. Prepojenie na verejnú prax: - vzdelávacie aktivity, využívanie vyvinutého prototypu v pedagogickej činnosti SJF, zriadenie špecializovaného pracoviska v laboratóriách fakulty. Riešenie bakalárskych, diplomových a rigorózných prác o PKŠ, - optimalizácia projektovania paralelných štruktúr, - analýza a zlepšovanie technických a prevádzkových parametrov výrobných strojov, manipulačných zariadení a robotov.
--	---

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	2.2. Návrh zariadenia s aplikáciou tripodickéj štruktúry
Cieľ aktivity	Návrh aplikácie prototypu triapodu na výrobnom alebo manipulačnom zariadení v laboratórnych podmienkach pre nasadenie progresívnych technológií.
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	I/2012 - III/2012
Opis aktivity	Nasadenie progresívnych technológií na doterajších výrobných strojoch s tzv. sériovou kinematikou nie je reálne. Konvenčné strojné rámy s klasickými typmi priamočiarych

44

	vedení a nízkými vlastnými frekvenciami sú vážnym konštrukčným problémom. Preto vzniklo principiálne nové riešenie, ktoré umožňuje prejsť od sériovej k paralelnej kinematike strojných rámov. Na stroji s paralelnou kinematikou je koncový člen paralelne prepojený s pevnou základňou niekoľkými aktívnymi tyčami (prútmi, nohami), ktorých dĺžka sa mení. Prúty majú na oboch koncoch guľové alebo kardanové kĺby, čo vedie k značnému zníženiu celkovej hmotnosti stroja. Riadiací systém mení dĺžku aktívnych nôh, teda vzdialeností medzi dvojicami bodov, ktoré sú umiestnené na pevnom ráme a na koncovom pohyblivom člene. Koordinovaný pohyb tyčí určuje zmenu polohy v priestore a orientáciu koncového pohyblivého člena. Funkcia: Aplikácia vyvinutého prototypu tripodu na výrobný alebo manipulačný stroj Čas: 01/2012 – 07/2012 Vstupy: Na základe zhodnotenia súčasného stavu výroby výrobných strojov na Slovensku bude určené výrobné alebo manipulačné zariadenie pre aplikáciu tripodickej štruktúry. Výstupy: Výstupom aktivity bude návrh aplikácie funkčného prototypu tripodickej kinematickej štruktúry. Jeho využitie bude možné v oblasti nasadenia na výrobné stroje, manipulačné zariadenia a roboty novej generácie, vhodné pre aplikáciu nových technológií, hlavne vysokorýchlostného obrábania, ako aj vývoj číslicovo riadených zariadení na realizáciu zložitého viacosového riadenia pohybu. To bude výrazný inovačný impulz pre vývoj nových typov výrobných, meracích a manipulačných zariadení, čo vytvorí predpoklady pre vyššiu konkurencieschopnosť v najširšom kontexte. Prezentácia výsledkov výskumu a vývoja na medzinárodných konferenciách, na workshopoch a doktorandských seminároch, ktoré organizuje riešiteľské pracovisko a iné TU v SR i zahraničí. Publikovanie výsledkov výskumu v odbornej tlači v SR a zahraničí. Prepojenie na verejnú prax: - vzdelávacie aktivity, využívanie vyvinutého zariadenia v pedagogickej činnosti SJF, zriadenie špecializovaného pracoviska v laboratóriách fakulty. Riešenie bakalárskych, diplomových a rigorózných prác o PKŠ, - optimalizácia projektovania paralelných štruktúr, - analýza a zlepšovanie technických a prevádzkových parametrov výrobných strojov, manipulačných zariadení a robotov.
--	--

	Previazanosť: Všetky aktivity navzájom súvisia a výsledkom ich realizácie bude splnenie cieľov projektu Predpokladané riziká: - obchodné: tieto riziká súvisia so zabezpečením vybraných komponentov zariadenia a niektorých prístrojov a zariadení potrebných na realizáciu výskumu vlastností vyvíjaného zariadenia (vhodnosť výberu komponentov a prístrojov, vhodnosť výberu externého dodávateľa, zmena cien, termíny dodávok a pod.), - technické: tieto riziká súvisia s uplatnením zvolených postupov a zvoleného riešenia subsystémov prototypu zariadenia. Výber a kvalita všetkých komponentov, softvéru, hardvéru, riadenia bude mať priamy vplyv na výslednú presnosť a chovanie zariadenia, - projektové: tieto riziká sa týkajú všetkých častí riadenia projektu – času, nákladov, rozsahu, cieľov projektu, odborná úroveň členov projektového tímu a pod., - etické: všetky postupy riešenia a výsledky vedecko-výskumného projektu budú podliehať rozhodnutiam etickej komisie.
Metodológia aktivity	Štúdium prevádzkových vlastností a charakteristík tripodickej paralelnej kinematickej štruktúry, určenie typu tripodu, ev. návrh hybridnej štruktúry, určenie pracovného priestoru, overenie funkčnosti, testovanie lineárnych pohybov v osiach x, y, z a rotácie okolo osí φ_x, φ_y, φ_z, konštrukčné úpravy pre dosiahnutie stanovenej presnosti polohovania, umiestnenie meracieho zariadenia pre vonkajšie kalibrovanie, návrh metód autokalibrácie a hodnotenie kalibračných metód, riešenie vhodných protihavarijných stratégií. Návrh sústavy technologických a manipulačných efektorov pre aplikáciu PKŠ na pracovisku - vývoj sústavy manipulačných chápadiel pre manipuláciu alebo montáž, aplikácia vysokootáčkového a nízkootáčkového pracovného vretena ako základných technologických efektorov pre prácu osových rezných nástrojov – pre vŕtanie, frézovanie a brúsenie. Tvorba výkresovej dokumentácie pre výrobu a realizáciu technologického pracoviska v laboratórnych podmienkach, návrh krytovania pracovného priestoru výrobného stroja. Návrh aplikácií PKŠ na technologické a manipulačné zariadenia v laboratórnych podmienkach: návrh nasadenia PKŠ v laboratórnych podmienkach napr. na školské päťosové obrábacie centrum, na laserový alebo plazmový CNC rezací stroj. Možnosti aplikácie PKŠ sú na manipulačných zväracích stoloch na zväracích robotizovaných pracoviskách. Návrh využitia PKŠ pri návrhu

Výstupy (výsledky) aktivity	rôznych konštrukcií výrobných strojov a robotov. Výstupom aktivity bude návrh aplikácie hexapodickej kinematickej štruktúry v laboratórnych podmienkach. Jeho využitie bude možné v oblasti nasadenia na výrobné stroje, manipulačné zariadenia a roboty novej generácie, vhodné pre aplikáciu nových technológií, hlavne vysokorýchlostného obrábania, ako aj vývoj číslicovo riadených zariadení na realizáciu zložitého viacosového riadenia pohybu. To bude výrazný inovačný impulz pre vývoj nových typov výrobných, meracích a manipulačných zariadení a pracovísk, čo vytvorí predpoklady pre vyššiu konkurencieschopnosť v najširšom kontexte. Realizácia aktivity sa odrazí vo: - zvýšení záujmu doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov o výskum, - zvýšení možností publikovania v medzinárodne uznávaných periodikách v súvislosti s akceptáciou požadovanej úrovne metodiky výskumu, - zvýšení možnosti porovnávania výsledkov výskumu na medzinárodnej úrovni, - konkurencieschopnosti a prestíže pracoviska. Realizácia predkladaného projektu tak bude mať: - priamy dopad - na všetkých účastníkov výskumu v danej oblasti, hlavne vo zvýšení teoretickej aj aplikačnej úrovne ich vedeckovýskumnej činnosti, - nepriamy - regionálny dopad, ktorý môžeme charakterizovať hlavne cez zvýšenie záujmu o aplikáciu výsledkov projektu vo výrobných firmách po uplynutí stanovenej lehoty pre aplikáciu v hospodárskej praxi, ďalej zvýšenie kvality a komplexnosti výsledkov výskumu. Výsledky výskumu a vývoja budú prezentované na medzinárodných konferenciách, na workshopoch a doktorandských seminároch, ktoré organizuje riešiteľské pracovisko a iné TU v SR i zahraničí. Intenzívne bude publikovanie výsledkov výskumu v odbornej tlači v SR a zahraničí. Prepojenie na verejnú prax: - vzdelávacie aktivity, využívanie vyvinutého prototypu v pedagogickej činnosti SjF, zriadenie špecializovaného pracoviska v laboratóriách fakulty. Riešenie bakalárskych, diplomových a rigorózných prác o PKŠ, - optimalizácia použitia paralelných štruktúr, - analýza a zlepšovanie technických a prevádzkových parametrov výrobných strojov, manipulačných zariadení a robotov.
-----------------------------	--