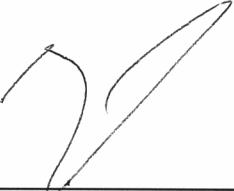


Závěrečná zpráva o řešení grantového projektu Studentské grantové soutěže TUL za rok 2012

| | | | | |
|--------------------------------|---|-----------|-------------------------------|-------------|
| Řešitel projektu | Ing. Petr Zelený, Ph.D. | | Interní číslo projektu | 2821 |
| Název projektu | Komplexní optimalizace výrobních systémů a procesů | | | |
| Název projektu anglicky | Complex optimization of manufacturing systems and processes | | | |
| Projekt | nový | NE | pokračující | ANO |

Prohlašuji, že údaje uvedené v předložené zprávě o řešení grantového projektu jsou pravdivé a úplné.

datum: 24. 12. 2012 podpis: 

Osnova zprávy:

- 1. Rozbor řešení projektu (postup a metodika práce)**
- 2. Řešitelský kolektiv**
- 3. Dosažené výsledky**
- 4. Vyhodnocení výsledků projektu v porovnání s vytýčenými cíli**
- 5. Seznam výstupů v průběhu řešení projektu (publikace, přednášky, a pod.)**
- 6. Změny v projektu**
- 7. Výkaz o hospodaření s grantovými prostředky (příloha)**
- 8. Hodnocení výsledků projektu**

| | | |
|--|--------------|---------------|
| Vyjádření předsedy komise SGS fakulty | Datum | |
| | | Podpis |
| Vyjádření předsedy komise SGS TUL | Datum | |
| | | Podpis |

1. Rozbor řešení projektu (postup a metodika práce)

Projekt se zabývá navrhováním nových a optimalizací stávajících výrobních systémů a procesů, jejich plánováním a efektivním provozem. Jeho cílem je kromě řešení dílčích úloh výzkumně-vývojového charakteru učit studenty holistickému (celostnímu) přístupu k řešení problémů. Projekt je proto zaměřen komplexně na základní články výrobního systému (technika/technologie a organizace s přihlédnutím k lidským zdrojům).

Řešení projektu probíhá ve dvou oblastech, které jsou rozčleněny na další části. Problematiky těchto částí charakterizují téma diplomových prací a náplně disertačních prací. V rámci doktorského studia se zpracovávaly rešerše, ověřovaly se možnosti využití různých metod, testovaly se navržené strategie. Výsledky výzkumu byly průběžně prezentovány na odborných konferencích.

Struktura projektu:

1) Technika/technologie

- Rapid Prototyping – řeší se problematika zhotovování prototypů z různých materiálů optimální metodou a vhodným postupem.
- Měření rozměrů objektů pomocí kontaktních a bezkontaktních metod - v oblasti 3D digitalizace se řeší metodika měření a zpracování výsledků měření tvarově složitých dílů a jejich převod do vyhlazených CAD modelů.
- Řešení problematiky programování a výroby tvarových součástí v 5 osách - výzkum v oblasti obrábění netradičních materiálů (kinematika nástroje – soustružení s pomocí plynulého naklápení nástroje (B osy), podmínky, materiály – keramika, monokrystaly) jako jsou např. těžko obrobiteľné materiály, titan pro zdravotnické potřeby či kloubní náhrady. Výzkum je zaměřen na výkonnost obrábění a případné optimalizace výběru nástrojů a použitých strategií obrábění.
- Inovace konstrukčních celků výrobních strojů - výzkum v oblasti návrhu možných periferií stávajícího strojního vybavení ke zvýšení pružnosti a možností nasazení těchto strojů. Výzkum v oblasti dalšího využití univerzálního CNC zařízení.
- Tekutinové mechanismy - výzkum v oblasti rotačních hydromotorů jako součástí pohonů mnoha mechanismů výrobních, zpracovatelských a mobilních strojů (návrh, řízení, simulace). Výzkum v oblasti vlivu konstrukce a řízení vzhledem k energetické náročnosti a životnosti pohonů.

2) Organizace

- Výzkum a vývoj při projektování a optimalizaci výrobních systémů – výzkum a vývoj v oblasti návrhu a optimalizace výrobních systémů. Analýza a optimalizace výrobních procesů s využitím tradičních metod zlepšování procesů nebo s využitím simulačních nástrojů. Řešení problematiky optimalizace logistických procesů. Vícekriteriální hodnocení výrobních procesů.
- Koncepce rozvrhování a řízení výroby - výzkum a vývoj v oblasti optimalizace rozvrhování pracovníků na pracoviště, leveling a controlling produkce ve výrobních U-buňkách. Výzkum a vývoj v oblasti optimalizace pořadí rozvrhovaných operací na výrobních prostředcích pomocí heuristických optimalizačních algoritmů.

2. Řešitelský kolektiv

| Odpovědný řešitel projektu | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------|----------|
| Příjmení, jméno, tituly | | vztah k TUL | | |
| Zelený, Petr, Ing. Ph.D. | | Vedoucí katedry | | |
| Fakulta | Strojní | | | |
| Katedra/Ústav | Katedra výrobních systémů | | | |
| Spoluřešitelé | | | | |
| Příjmení, jméno, tituly | Fakulta/ součást | akademický pracovník | student | školitel |
| Pokorný, Přemysl, prof. Ing. CSc. | FS/KVS | Profesor | | |
| Skalla, Jan, prof. Ing. CSc. | FS/KVS | Profesor | | |
| Manlig, František, doc. Dr. Ing. | FS/KVS | Docent | | |
| Keller, Petr, Ing. Ph.D. | FS/KVS | OA | | |
| Mendřický, Radomír, Ing. Ph.D. | FS/KVS | OA | | |
| Lachman, Martin, Ing. Ph.D. | FS/KVS | OA | | |
| Vavruška, Jan, Ing. | FS/KVS | | doktorand | Manlig |
| Koblasa, František, Ing. | FS/KVS | | doktorand | Manlig |
| Havlík, Radek, Ing. | FS/KVS | | doktorand | Manlig |
| Najman, Aleš, Ing. | FS/KVS | | doktorand | Skalla |
| Šafka, Jiří, Ing. | FS/KVS | | doktorand | Pokorný |
| Kloud, Tomáš, Ing. | FS/KVS | | doktorand | Manlig |
| Borůvka, Jakub | FS/KVS | | doktorand | Skalla |
| Borůvka, Lukáš | FS/KVS | | doktorand | Skalla |
| Holubec, Lukáš | FS/KVS | | diplomant | Keller |
| Dolívka, Karel | FS/KVS | | diplomant | Zelený |
| Filipets, Alexandr | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Tauchman, Jan | FS/KVS | | diplomant | Zelený |
| Elkina, Irina | FS/KVS | | diplomant | Zelený |
| Akmalova, Irina | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Saitova, Anastazia | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Tyr, Martin | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Taraba, Jan | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Koštějnová, Lucie | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Ceral, Tomáš | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Podstata, Lukáš | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Vinecký, Pavel | FS/KVS | | diplomant | Manlig |
| Zadvorová, Margarita | FS/KVS | | diplomant | Pokorný |
| Počet | x | 6 | 22 | |
| Příkazce rozpočtu | Zelený, Petr, Ing. Ph.D. | | | |
| Správce rozpočtu | Aschenbrennerová, Jana | | | |

3. Dosažené výsledky

1) Technika/technologie

- Rapid Prototyping
 - Bylo provedeno několik experimentů s odléváním nových materiálů a využitím plniv ve vakuu. Bohužel řešení nebylo dokončeno z důvodu nerealizace diplomových prací ze strany studentů.
 - V rámci projektu SGS se podařilo otestovat a ověřit mechanické vlastnosti důležitého fotopolymeru, který je využíván v 3D tiskárně jako stavební materiál. Tento materiál je, dle mechanických vlastností podobný materiálu ABS. V rámci diplomové práce studentky a spolupráce doktoranda, vedoucího práce byl vytvořen 3D model testovacího těleska, které se následně vytisklo v této 3D tiskárně. Pro tisk bylo použito několik různých nastavení - orientace modelu. Dále byly tyto dílce podrobeny různým variantám temperace. Následné testy zkušebních tělísek na trhacím stroji ověřily, že díky temperaci tělesa, lze získat vyšší pevnost v tahu cca o 10% oproti stavu, kdy je materiál bez temperace. V rámci experimentů se dále zjistilo, že orientace (napolohování modelu) v pracovním prostoru stroje není významná pro vlastní mechanickou pevnost modelu. Díky těmto experimentům, lze prakticky dokázat, že tento materiál odpovídá předepsaným hodnotám, vlastnostem. Výsledky byly zpracovány v diplomové práci a prezentovány na konferenci.
- Měření rozměrů objektů pomocí kontaktních a bezkontaktních metod
 - Byla provedena analýza přesnosti měření bezkontaktními skenery (optický 3D skener ATOS II 400 a optický 3D skener RevScan) a posouzení různých vnějších vlivů na přesnost a kvalitu měření. Měření bylo prováděno na různých referenčních objektech. Kromě analýzy absolutní přesnosti jsme se také zaměřili na výzkum opakovatelnosti měření složitějších dílů. Identické díly byly kompletně oskenovány z obou stran několikrát po sobě, následně byly z takto získaných skenů vypočítány výsledné polygonové sítě a takto zdigitalizované modely byly celoplošně porovnány. Zjištěné výsledky analýz byly publikovány formou článku a přednášky na Národní tandemové konferenci „Konstruování — Green Engineering“. Praktické zkušenosti týkající se technologie 3D měření, digitalizace a reverzního inženýrství byly též prezentovány na odborném semináři „Nové technologie Reverse engineering“.
 - Byla zpracována rešerše možných postupů při automatizaci skenování se zaměřením na použití podpůrných měřících rámečků a přípravků. Na tomto základě byla navržena konstrukce a byl vytvořen specifický přípravek pro usnadnění oboustranného skenování menších tvarově složitých dílů - bez nutnosti lepení referenčních bodů na skenovaný objekt. Tento přípravek přináší nemalé časové úspory při digitalizaci objektů a zvyšuje přesnost i kvalitu výsledného 3D modelu.
- Řešení problematiky programování a výroby tvarových součástí v 5 osách
 - V rámci dizertační práce studenta, je řešena problematika rozdelení komplikovaných tvarů obecných ploch na jednotlivé dílčí segmenty, které se následně obrábějí - frézují různými průměry nástrojů s kulovým zakončením. Díky tomuto postupu, je rozdelení plochy provedeno, dle křivosti celé plochy, která je určena pro rozdelení. Vstupními daty je STL formát (plocha popsána pomocí trojúhelníkové sítě), takto zvolná plocha je načtena do SW, který byl vytvořen v prostředí MatLab. Výstupním formátem jsou souřadnice bodů, které ohraňují oblasti jednotlivých křivostí plochy (konvexní, konkávní, sedlo, rovina). Tyto body, lze následně načíst do příslušného CAD/CAM systému a provést vlastní rozdelení plochy. Výsledkem je vyšší produktivita obrábění, protože můžeme na jednotlivé segmenty plochy použít různé průměry nástrojů a tím snížit délky potřebných drah nástrojů. Od vlastní délky obráběné dráhy se také odvíjí doba obrábění - hlavní časy, kde tímto také dojde k poklesu.

- Byl vytvořen virtuální zásobník nástrojů stroje Mazak Integrex 100-IV pro CAD/CAM systém EdgeCAM obsahující modely všech dosud pořízených nástrojů. Tento zásobník umožňuje přehlednější práci při tvorbě technologie a NC programu. Dále je možné při správném nastavení ostatních parametrů stroje simulovat případné kolize nástrojů ještě před reálným obráběním. V současné době probíhá testování tohoto zásobníku, který bude sloužit pro potřeby výuky a vědecko-výzkumné činnosti na KVS.
- Inovace konstrukčních celků výrobních strojů
 - Byla zpracována diplomová práce Konstrukce prototypu CNC stroje pro laserové řezání plechů, v rámci které proběhla montáž zařízení a probíhá zprovoznění stroje. Zařízení bude uplatněno jako funkční vzorek za rok 2012.
- Tekutinové mechanismy
 - Ve 3. Q. roku 2012 byl v programu Matlab v toolboxu Simscape vytvořen fyzikální model proporcionálního rozvaděče PRM7 a simulované charakteristiky (závislost tlakového spádu na průtoku a závislost průtoku na otevření rozvaděče) byly porovnány s naměřenými daty rozvaděče z roku 2011. Dále bylo ještě provedeno srovnání modelu v Simscape a v Simulinku. Shoda modelů je velice dobrá cca 90%. Naměřené hodnoty a hodnoty ze Simscape mají shodu cca 75%.
 - Ve 4. Q. byl v Simscape sestaven fyzikální model hydraulického obvodu (propojení proporcionálního rozvaděče a rotačního hydromotoru) a provedena simulace průtoku a tlaku kapaliny v motoru. Výsledky simulace byly porovnány s výsledky z měření z roku 2011.

2) Organizace

- Výzkum a vývoj při projektování a optimalizaci výrobních systémů
 - Byly vypracovány diplomové práce zabývající se analýzou a optimalizací výrobních a logistických procesů s využitím metod a nástrojů pro zlepšování procesů.
 - Byly publikovány články v časopise a na konferencích na téma simulace ve výrobních systémech.
- Koncepce rozvrhování a řízení výroby
 - Byly vypracovány diplomové práce zabývající se rozvrhováním a řízením výroby.
 - Byly publikovány články na konferencích zabývající se využitím sim. nástrojů při rozvrhování výroby.

4. Vyhodnocení výsledků projektu v porovnání s vytýčenými cíli

1) Technika/technologie

- Rapid Prototyping

- Analýza použití plnív a přísad do materiálů pro lití ve vakuu. (3.Q.201)

Bыло provedeno několik experimentů s odléváním nových materiálů a využitím plnív ve vakuu. Bohužel řešení nebylo dokončeno z důvodu nerealizace diplomových prací ze strany studentů.

- Porovnání možností jednotlivých technologií RP na katedře a testování mechanických parametrů vyrobených dílců. (3.Q.2012)

Cíl byl splněn. Podařilo se otestovat a ověřit mechanické vlastnosti fotopolymeru, který je využíván v 3D tiskárně jako stavební materiál.

- Měření rozměrů objektů pomocí kontaktních a bezkontaktních metod

- Analýza přesnosti měření bezkontaktními skenery (ATOS, RevScan), posouzení různých vlivů na kvalitu a přesnost měření (např. vliv úpravy povrchu, použitého měřícího objemu, překrývání skenů, použití referenčních bodů, opakovatelnost měření), eventuálně vytvoření přípravku pro skenování bez nutnosti lepení ref. bodů na skenovaný objekt. (4.Q.2012)

Cíl byl splněn. Byla vypracována analýza přesnosti měření používaných optických skenerů a studie byly publikovány v článku na konferenci a také bylo toto téma prezentováno formou přednášek na konferenci a semináři. Dále byla zpracována rešerše možných postupů při automatizaci skenování, byla navržena konstrukce a na základě ní vyroben speciální přípravek pro usnadnění oboustranného skenování menších tvarově složitých dílů - bez nutnosti lepení referenčních bodů na skenovaný objekt. Tento speciální přípravek bude uplatněn jako funkční vzorek. V daném výzkumu se bude dále pokračovat.

- Řešení problematiky programování a výroby tvarových součástí v 5 osách

- Optimalizace strategie obrábění k max. snížení hlavních časů na stroji. (4.Q.2012)

Cíl splněn. V rámci dizertační práce je řešena problematika rozdelení komplikovaných tvarů obecných ploch na jednotlivé dílkí segmenty, které se následně obrábějí. Výsledkem je vyšší produktivita obrábění, protože můžeme na jednotlivé segmenty plochy použít různé průměry nástrojů a tím snížit délky potřebných drah nástrojů. Od vlastní délky obráběné dráhy se také odvíjí doba obrábění - hlavní časy, kde tímto také dojde k poklesu.

- Rozšíření zásobníku nástrojů pro umožnění zjištění případných kolizí při tvorbě programu v 5 osách. (4.Q.2012)

Cíl splněn. Byl vytvořen virtuální zásobník nástrojů stroje Mazak Integrex 100-IV pro CAD/CAM systém EdgeCAM obsahující modely všech dosud pořízených nástrojů. Je možné při správném nastavení ostatních parametrů stroje simulovat případné kolize nástrojů ještě před reálným obráběním. V současné době probíhá testování tohoto zásobníku, který bude sloužit pro potřeby výuky a vědecko-výzkumné činnosti na KVS.

- Inovace konstrukčních celků výrobních strojů

- Návrh a realizace prototypu CNC stroje pro řezání laserem. (2.Q.2012)

Cíl splněn. Byla zpracována diplomová práce Konstrukce prototypu CNC stroje pro laserové řezání plechů, v rámci které proběhla montáž zařízení a probíhá zprovoznění stroje. Zařízení bude uplatněno jako funkční vzorek za rok 2012.

- Tekutinové mechanismy
 - Fyzikální modelování hydraulických prvků v programu Matlab-SimScape. (3. a 4.Q.2012)

Cíl vytyčený v projektu se podařilo splnit. Otestovalo se propojování základních hydraulických prvků v prostředí SimScape a knihovně Simhydraulic, nastavování základních prvků simulace. V dalším průběhu bude snaha vytvořit model v Simhydrauliku hydrogenerátoru, který je zapojen v hydrolaboratoři KVS (nabídnuto zájemcům jako zadání závěrečné práce na www stránkách katedry).

2) Organizace

- Výzkum a vývoj při projektování a optimalizaci výrobních systémů
 - Analýza a optimalizace vybraných výrobních a logistických procesů s využitím metod a nástrojů pro zlepšování procesů. (3. Q 2012)

Cíle byly splněny formou realizovaných diplomových prací zabývající se analýzou a optimalizací výrobních a logistických procesů s využitím metod a nástrojů pro zlepšování procesů. Byly publikovány články v časopise a na konferencích na téma simulace ve výrobních systémech.

- Statistická analýza poruch výrobní linky pomocí sim. softwarů. (4.Q.2012)

Cíle byly splněny viz. publikace na konferencích.

- Vícekriteriální hodnocení výrobních procesů:

- Vícekriteriální hodnocení e-maintenance. (2.Q.2012)

Cíle byly splněny viz. publikace na konferencích.

- Řešení problematiky vícekriteriálního hodnocení ve spolupráci s výrobními podniky. (4.Q.2012)

Cíle byly splněny viz. publikace na konferencích.

- Koncepce rozvrhování a řízení výroby

- Výzkum a vývoj v oblasti optimalizace pořadí rozvrhovaných operací na výrobních prostředcích pomocí heuristických optimalizačních algoritmů:
 - Analýza výrobních modelů pro určení vhodnosti sekvenčního modelu pro strojírenskou výrobu. (1.Q.2012)
 - Analýza existujících optimalizačních strategií pro sekvenční modely a optimalizace nastavení vytvořeného algoritmu v závislosti na dostupném času optimalizace. (1.Q.2012)
 - Testování nastavení algoritmu na reálném sekvenčním modelu strojírenské výroby. (2.Q.2012)

Naplnění cílů bylo zatím ve formě zpracování podkladů a analýz pro disertační práci na téma analýza a optimalizace vybraných výrobních a logistických procesů s využitím metod a nástrojů pro zlepšování procesů. Práce bude dokončena v roce 2013.

- Analýza vybraných heuristických metod pro rozvrhování výroby (JSS, FJSS) a prověření využití v simulačních nástrojích (4.Q.2012)

Cíl splněn publikováním článku zabývajícím se využitím sim. nástrojů při rozvrhování výroby.

Mimo plán byla zpracována diplomová práce na ergonomickou analýzu pracoviště manuálního kazetování výparníků pomocí systému Tecnomatix Jack ve společnosti Behr Czech s.r.o.

5. Seznam výstupů v průběhu řešení projektu (publikace, přednášky, apod.)

A. Výstupy uplatnitelné v RIVu a které budou předkládány jako výsledky studentských projektů do RIVu za rok 2012 (N01 Typ zdroje financování výsledku S = specifický vysokoškolský výzkum):

- [1] ŠAFKA, J. – LACHMAN, M. – MENDŘICKÝ, R.: Výpočet Gaussovy křivosti ploch v Matlabu. Liberec 2012 – software
- [2] MENDŘICKÝ, R. - VOTRUBEC, J.: Přípravek pro optické 3D skenování středně velkých objemů. [Funkční vzorek]. Liberec 2012 - TU v Liberci.

Počet celkem: 2

B. Výstupy u kterých bylo zahájeno uplatnění s následným zařazením do RIVu:

Počet celkem: 0

C. Doktorské disertační práce obhájené v roce 2012:

Počet celkem: 0

D. Diplomové práce obhájené v roce 2012:

- [1] CERAL, T.: Přesun stávající výroby firmy Rousek s.r.o. do nové výrobní haly
- [2] KOŠTEJNOVÁ, L.: Zefektivnění výroby posilovačů spojek včetně analýzy zásobování linky
- [3] PODSTATA, L.: Zefektivnění manipulace při navážení obalového materiálu
- [4] TARABA, J.: Optimalizace skladového hospodářství ve firmě Unitherm s.r.o.
- [5] TYR, M.: Návrh layoutu nové výrobní haly firmy KSM Castings CZ a.s.
- [6] VINECKÝ, P.: Optimalizace skladového hospodářství
- [7] ELKINA, I.: Vliv různých nastavení tisku na mechanické vlastnosti prototypových dílů
- [8] TAUCHMAN, J.: Konstrukce prototypu CNC stroje pro laserové řezání plechů
- [9] ZADVOROVA, M.: Ověření funkčnosti metody EAWS v prostředí digitální továrny Siemens Tecnomatix

Počet celkem: 9

Diplomové práce vypracované v roce 2012 a obhájené v lednu 2013:

- [1] AKMALOVA, I.: Optimalizace layoutu a materiálového toku na procesu NOC Sub-assembly
- [2] SAITOVA, A.: Analýza systémů plánování a řízení výroby ve vybrané organizaci
- [3] FILIPETS, A.: Ergonomická analýza pracoviště manuálního kazetování výparníků pomocí systému Tecnomatix Jack ve společnosti Behr Czech s.r.o.

Počet celkem: 3

E. Další příklady excelence dosažené s podporou prostředků na SGS (např. oceněné práce):

Počet celkem: 0

F. Ostatní výstupy:

- [1] KOBLASA, F. - MANLIG, F. – VAVRUŠKA, J.: Evolution Algorithm for Job Shop Scheduling Problem Constrained by the Optimization Timespan. III.Central European Conference on Logistics (CECOL 2012) Trnava: AlumniPress, 2012 ISBN 978-80-8096-179-4
- [2] MANLIG, F. - HAVLIK, R. – GOTTWALDOVA, A.: Settings, experimentation and evaluation of the simulation models. III.Central European Conference on Logistics (CECOL 2012) Trnava: AlumniPress, 2012 ISBN 978-80-8096-179-4
- [3] HAVLIK, R. - GOTTWALDOVA, A. - MANLIG, F.: Multi-criteria function for optimizing the number of workers in an e-maintenance. III.Central European Conference on Logistics (CECOL 2012) Trnava: AlumniPress, 2012 ISBN 978-80-8096-179-4
- [4] KRMAŠ, A.: Příklad využití metody DMAIC v Saar Gummi Czech s.r.o. Úspěch – produktivita & inovace v souvislostech. 3/2012, s. 19-23. ISSN 1803-5183
- [5] MANLIG, F.: Plánování simulačních experimentů s využitím modulu Optimiser. In. Konference Witness 2012, 7. - 8.6.2012, Hlubučky u Olomouce.
- [6] MANLIG, F. - BORŮVKA, J.: Problematika modelování poruch. In. Konference setkání kateder výrobních strojů, září 2012 (v tisku).
- [7] ZELENÝ, P. – ŠAFKA, J.: Porovnání dvou Rapid prototyping technologií - FDM a 3D Print - Polyjet In. Konference setkání kateder výrobních strojů, září 2012 (v tisku)
- [8] MENDŘICKÝ, R.: Optické 3D skenování a jeho využití v praxi. In: Národní tandemová konference Konstruování – Green Engineering. Sborník příspěvků. Liberec 15.11.2012. Liberec: TU v Liberci - KVS, 2012. ISBN: v tisku.
- [9] ZELENÝ, P. – ŠAFKA, J. – ELKINA, I.: Vliv orientace modelu při 3D tisku na mechanické vlastnosti dílu. In: Národní tandemová konference Konstruování – Green Engineering. Sborník příspěvků. Liberec 15.11.2012. Liberec: TU v Liberci - KVS, 2012. ISBN: v tisku.
- [10] MENDŘICKÝ, R.: Optické 3D skenování a jeho využití v praxi. Přednáška na národní tandemové konferenci „Konstruování – Green Engineering“, Liberec 15.11.2012.
- [11] MENDŘICKÝ, R.: 3D měření, digitalizace a reverzní inženýrství. Přednáška na odborném semináři „Nové technologie Reverse engineering“. Liberec 22.11.2012.

Počet celkem: 11

6. Změny v projektu

V průběhu řešení projektu neproběhly žádné zásadní změny a úpravy. Řešitelský tým byl doplněn v dubnu o 4 diplomanty a jsou drobné odchylky v čerpání finančních prostředků v některých kapitolách rozpočtu, než jak bylo naplánováno. Celková výše rozpočtu projektu byla dodržena.

7. Výkaz o hospodaření s grantovými prostředky

Čerpané finanční prostředky za rok 2012

| NEINVESTIČNÍ NÁKLADY (NIV) | v tis. Kč | % z osobních nákladů |
|---|------------------|-----------------------------|
| 1. Osobní náklady studentů (včetně stipendií) | | |
| 1.1. Mzdy (včetně pohyblivých složek) | 0 | 0 |
| 1.2. Odměny podle dohod | 0 | 0 |
| 1.3. Odvody sociálního a zdravotního pojistného | 0 | 0 |
| 1.4. DPP, DPČ | 0 | 0 |
| 1.5. Stipendia | 114 | 62 |
| CELKEM osobní náklady studentů | 114 | 62 |
| 2. Osobní náklady akademických pracovníků | | |
| 2.1. Mzdy (včetně pohyblivých složek) | 52 | 28 |
| 2.2. Odměny podle dohod | 0 | 0 |
| 2.3. Odvody sociálního a zdravotního pojistného | 18 | 10 |
| CELKEM osobní náklady akademických pracovníků | 70 | 38 |
| CELKEM osobní náklady | 184 | 100 |
| 3. Další provozní náklady a výdaje (vč. DPH) | | |
| 3.1. Materiálové náklady | 6 | |
| 3.2. Drobny hmotný majetek (do 40 tis.) | 3 | |
| 3.3. Cestovní náhrady | 13 | |
| 4. Náklady na služby | | |
| 4.1. Nehmotný majetek (software...) - (do 60 tis.) | 0 | |
| 4.2. Služby (pronájmy, telefony, poštovné, kopírování...) | 33 | |
| 5. Jiné ostatní náklady | | |
| 5.1. Ostatní (vložné na konference, licence...) | 6 | |
| 5.2. Doplňkové (režijní) náklady | 61 | |
| CELKEM NEINVESTIČNÍ NÁKLADY | 306 | |
| INVESTIČNÍ NÁKLADY (INV) | | |
| 1. Náklady na pořízení hmotného a nehmotného majetku (vč. DPH) | | |
| 1.1. Hmotný majetek (od 40 tis.) | 0 | |
| 1.2. Nehmotný majetek (od 60 tis.) | 0 | |
| CELKEM INVESTIČNÍ NÁKLADY | 0 | |
| C E L K E M N Á K L A D Y | 306 | |

(Příloha: výpis z portálu IS VEMA - účetní kniha granty S27)

8. Hodnocení výsledků projektu

S podporou projektu bylo uplatněno 12 diplomových prací, 1 funkční vzorek, 1 software, 3 články na mezinárodní konferenci, 8 českých článků a přednášek na konferencích a seminářích. Dále vznikla řada metodik, rešerší a analýz, které budou sloužit pro zpracování disertačních prací v roce 2013.

Všechny výsledky korespondují s vytýčenými cíly pro rok 2012. Některé cíle nebyly splněny nebo pouze z části z důvodu odchodu doktorandů do praxe a ukončením jejich studia či nerealizováním tématu diplomové práce ze strany studenta. Úspěšnost plnění cílů je okolo 90%.

Celkově lze projekt hodnotit jako velmi úspěšný.

Název a sídlo účetní jednotky:

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
 Studentská 2
 46117 Liberec 1

Ú Č E T N ī K N I H A

Nákl. hledisko 3 2821 DFS - Zelený P. - SGS (čin.115)

| Číslo, rozšíření a název účtu | | | | Počáteční stav | | | |
|---|--|-----------------|------------|----------------|-------------|--------------|---------------|
| Čís. dokladu | Poznámka | Datum usk. | Obrat MD | Obrat DAL | Celk. o. MD | Celk. o. DAL | Nový zůstatek |
| Nedefinovaná zakázka | | | | | | | |
| Účet: 501110 Spotřeba materiálu hl.č. | | | | | | | |
| POK1202315 | kabely | 25.04.2012 | 379.00 | 0.00 | 379.00 | 0.00 | 379.00 |
| POK1203597 | ředidlo | 12.06.2012 | 283.00 | 0.00 | 662.00 | 0.00 | 662.00 |
| POK1203801 | závit M6 | 18.06.2012 | 474.00 | 0.00 | 1136.00 | 0.00 | 1136.00 |
| POK1206976 | grav.sada | 23.10.2012 | 549.00 | 0.00 | 1685.00 | 0.00 | 1685.00 |
| POK1207243 | sada nářadí, lepicí pistole | 31.10.2012 | 1108.00 | 0.00 | 2793.00 | 0.00 | 2793.00 |
| POK1207654 | dutinky, izolačka, oka | 12.11.2012 | 182.00 | 0.00 | 2975.00 | 0.00 | 2975.00 |
| POK1207911 | svorka, odpínac, dutinka | 19.11.2012 | 175.00 | 0.00 | 3150.00 | 0.00 | 3150.00 |
| FP1211876 | batoh, brašna, myš, karta | 27.11.2012 | 2456.00 | 0.00 | 5606.00 | 0.00 | 5606.00 |
| Účet: 501150 | Spotřeba mater.-DDHM (1500,-)hl.č. | | | poč. stav: | | | 0.00 |
| FP1211876 | převodník HDMI | 27.11.2012 | 3060.00 | 0.00 | 3060.00 | 0.00 | 3060.00 |
| CELKEM Su : 501 | | | 8666.00 | 0.00 | | | 8666.00 |
| Účet: 511110 Opravy a udržování hl.č. | | | | | | | |
| FP1208389 | lampa Hitachi | 14.09.2012 | 7668.00 | 0.00 | 7668.00 | 0.00 | 7668.00 |
| CELKEM Su : 511 | | | 7668.00 | 0.00 | | | 7668.00 |
| Účet: 512110 Cestovné hl.č. | | | | | | | |
| I0612162 | opr. zaúčt. POK1202940-Medřický | 29.06.2012 | 1132.00 | 0.00 | 1132.00 | 0.00 | 1132.00 |
| POK1205702 | Lachman Martin cestovné Praha | 11.09.2012 | 298.00 | 0.00 | 1430.00 | 0.00 | 1430.00 |
| POK1205839 | Šafka Jiří cestovné Rožnov pod Radhoštěm | 17.09.2012 | 4336.00 | 0.00 | 5766.00 | 0.00 | 5766.00 |
| POK1205919 | Zelený Petr cestovné Rožnov pod Radh. | 19.09.2012 | 2966.00 | 0.00 | 8732.00 | 0.00 | 8732.00 |
| POK1205977 | Mendřický Radomír cest. Rožnov p/Radh. | 20.09.2012 | 2366.00 | 0.00 | 11098.00 | 0.00 | 11098.00 |
| POK1206804 | Zelený Petr cestovné Praha | 17.10.2012 | 19.00 | 0.00 | 11117.00 | 0.00 | 11117.00 |
| POK1206888 | Mendřický Radomír cestovné Praha | 22.10.2012 | 19.00 | 0.00 | 11136.00 | 0.00 | 11136.00 |
| Účet: 512111 | Cestovné hl.č.- použití služ.vozidla | | | poč. stav: | | | 0.00 |
| FP1205625 | 5/12 doprava | 18.06.2012 | 1714.00 | 0.00 | 1714.00 | 0.00 | 1714.00 |
| CELKEM Su : 512 | | | 12850.00 | 0.00 | | | 12850.00 |
| Účet: 518110 Ostatní služby hl.č. | | | | | | | |
| FP1206102 | WinSvrStd 2008 R2 | 29.06.2012 | 14602.00 | 0.00 | 14602.00 | 0.00 | 14602.00 |
| FP1206103 | Office Standard 2010 | 29.06.2012 | 5901.00 | 0.00 | 20503.00 | 0.00 | 20503.00 |
| FP1209462 | 10-12/12 pronájem SW TCNO | 28.09.2012 | 3000.00 | 0.00 | 23503.00 | 0.00 | 23503.00 |
| FP1211675 | WinPro 8 | 22.11.2012 | 1745.00 | 0.00 | 25248.00 | 0.00 | 25248.00 |
| CELKEM Su : 518 | | | 25248.00 | 0.00 | | | 25248.00 |
| Účet: 521110 Mzdové náklady hl.č. | | | | | | | |
| PAM1206 | Zak.-odměny celkem | 30.06.2012 | 15500.00 | 0.00 | 15500.00 | 0.00 | 15500.00 |
| PAM1207 | Zak.-odměny celkem | 31.07.2012 | 1000.00 | 0.00 | 16500.00 | 0.00 | 16500.00 |
| PAM1210 | Zak.-odměny celkem | 31.10.2012 | 11000.00 | 0.00 | 27500.00 | 0.00 | 27500.00 |
| PAM1211 | Zak.-odměny celkem | 30.11.2012 | 24500.00 | 0.00 | 52000.00 | 0.00 | 52000.00 |
| CELKEM Su : 521 | | | 52000.00 | 0.00 | | | 52000.00 |
| Účet: 524110 Zákonné soc.pojištění - SP hl.č. | | | | | | | |
| PAM1206 | Soc. poj. - celkem | - zaměstnavatel | 30.06.2012 | 3875.00 | 0.00 | 3875.00 | 0.00 |
| PAM1207 | Soc. poj. - celkem | - zaměstnavatel | 31.07.2012 | 250.00 | 0.00 | 4125.00 | 0.00 |

Název účetní jednotky: TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

ÚČETNÍ KNIHA

Nákl. hledisko 3 2821 DFS - Zelený P. - SGS (čin.115)

| Číslo, rozšíření a název účtu | | | | Počáteční stav | | | |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|----------------|-------------|--------------|---------------|
| Čís. dokladu | Poznámka | Datum usk. | Obrat MD | Obrat DAL | Celk. o. MD | Celk. o. DAL | Nový zůstatek |
| Účet: 524110 | Zákonné soc.pojištění - SP hl.č. | | | | | | |
| PAM1210 | Soc. poj. - celkem - zaměstnavatel | 31.10.2012 | 2750.00 | 0.00 | 6875.00 | 0.00 | 6875.00 |
| PAM1211 | Soc. poj. - celkem - zaměstnavatel | 30.11.2012 | 6125.00 | 0.00 | 13000.00 | 0.00 | 13000.00 |
| Účet: 524150 | Zákonné soc.pojištění - ZP hl.č. | | | poč. stav: | | | |
| PAM1206 | Zdr. poj. - zaměstnavatel VZP - 111 | 30.06.2012 | 1305.02 | 0.00 | 1305.02 | 0.00 | 1305.02 |
| PAM1206 | Zdr. poj. - zaměstnavatel ZP ŠKODA | 30.06.2012 | 89.99 | 0.00 | 1395.01 | 0.00 | 1395.01 |
| PAM1207 | Zdr. poj. - zaměstnavatel VZP - 111 | 31.07.2012 | 89.99 | 0.00 | 1485.00 | 0.00 | 1485.00 |
| PAM1210 | Zdr. poj. - zaměstnavatel MIN.VNITRA | 31.10.2012 | 179.97 | 0.00 | 1664.97 | 0.00 | 1664.97 |
| PAM1210 | Zdr. poj. - zaměstnavatel VZP - 111 | 31.10.2012 | 450.02 | 0.00 | 2114.99 | 0.00 | 2114.99 |
| PAM1210 | Zdr. poj. - zaměstnavatel ZP ŠKODA | 31.10.2012 | 360.04 | 0.00 | 2475.03 | 0.00 | 2475.03 |
| PAM1211 | Zdr. poj. - zaměstnavatel MIN.VNITRA | 30.11.2012 | 216.02 | 0.00 | 2691.05 | 0.00 | 2691.05 |
| PAM1211 | Zdr. poj. - zaměstnavatel VZP - 111 | 30.11.2012 | 1709.98 | 0.00 | 4401.03 | 0.00 | 4401.03 |
| PAM1211 | Zdr. poj. - zaměstnavatel ZP ŠKODA | 30.11.2012 | 278.97 | 0.00 | 4680.00 | 0.00 | 4680.00 |
| CELKEM Su : 524 | | | 17680.00 | 0.00 | | | 0.00 |
| | | | | | | | 17680.00 |
| Účet: 549111 | Jiné ost.náklady hl.č.- vzdělávání zaměstn. | | | poč. stav: | | | |
| POK1202940 | Mendřický Radomír cestovné Praha | 22.05.2012 | 1132.00 | 0.00 | 1132.00 | 0.00 | 1132.00 |
| I0612162 | opr. zaúčt. POK1202940-Medřický | 29.06.2012 | -1132.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Účet: 549130 | Jiné ost.náklady-účast.popl.hl.č. | | | poč. stav: | | | |
| BU154002 | v1.237-zeleny,manlig,safka,mendrick-Rožn | 31.07.2012 | 4800.00 | 0.00 | 4800.00 | 0.00 | 4800.00 |
| POK1205702 | Lachman Martin-vložné Praha | 11.09.2012 | 300.00 | 0.00 | 5100.00 | 0.00 | 5100.00 |
| FP1209013 | vl. Medřický- Digitální prototypování | 03.10.2012 | 1200.00 | 0.00 | 6300.00 | 0.00 | 6300.00 |
| Účet: 549144 | Jiné ost.nákl.hl.č.-stip.mimořádná | | | poč. stav: | | | |
| I0412109 | Mim.stip. FS 4/12-115-2821 | 30.04.2012 | 5000.00 | 0.00 | 5000.00 | 0.00 | 5000.00 |
| I0512121 | Mim.stip. FS 5/12-115-2821 | 31.05.2012 | 8000.00 | 0.00 | 13000.00 | 0.00 | 13000.00 |
| I0612089 | Mim.stip.FS 6/12-115-2821 | 29.06.2012 | 51000.00 | 0.00 | 64000.00 | 0.00 | 64000.00 |
| I0712090 | Mim.stip.FS 7/12-115-2821 | 31.07.2012 | 5000.00 | 0.00 | 69000.00 | 0.00 | 69000.00 |
| I0812073 | Mim.stip.FS 8/12-115,2821 | 31.08.2012 | 6500.00 | 0.00 | 75500.00 | 0.00 | 75500.00 |
| I0912083 | Mim.stip.FS 9/12-115-2821 | 27.09.2012 | 5000.00 | 0.00 | 80500.00 | 0.00 | 80500.00 |
| I1012121 | Mim.stip.FS 10/12-115-2821 | 29.10.2012 | 7000.00 | 0.00 | 87500.00 | 0.00 | 87500.00 |
| I1112177 | Mim.stip.FS 11/12-115,2821 | 30.11.2012 | 26500.00 | 0.00 | 114000.00 | 0.00 | 114000.00 |
| Účet: 549198 | Jiné ost.náklady- doplňkové náklady (režie) | | | poč. stav: | | | |
| I0412095 | proúčt režie TUL-2821 | 30.04.2012 | 61000.00 | 0.00 | 61000.00 | 0.00 | 61000.00 |
| CELKEM Su : 549 | | | 181300.00 | 0.00 | | | 181300.00 |
| Účet: 691115 | Dotace - účelová podp. na spec.výzkum /čin.115/ | | | poč. stav: | | | |
| I0312041 | proúčt. dotace-spec. výzkum | 26.03.2012 | 0.00 | 305000.00 | 0.00 | 305000.00 | -305000.00 |
| CELKEM Su : 691 | | | 0.00 | 305000.00 | | | -305000.00 |
| 2821 DFS - Zelený P. - SGS (čin.115) | REKAPITULACE: | | | | | | |
| | | | 305412.00 | 305000.00 | | | |

CELKEM ZA ORGANIZACI

| | | |
|-----------|-----------|--------|
| 305412.00 | 305000.00 | 0.00 |
| | | 412.00 |

Hodnocení závěrečné zprávy projektu SGS rok 2012

Název projektu: Komplexní optimalizace výrobních systémů a procesů

Řešitel projektu: Ing. Petr ZELENÝ, Ph.D.

Osnova hodnocení

1. Hodnocení formální stránky závěrečné zprávy (max. 500 znaků včetně mezer)
2. Hodnocení výsledků projektu v porovnání s vytýčenými cíli. (max. 3000 znaků včetně mezer)
3. Hodnocení výstupů v průběhu řešení projektu (publikace, patenty, apod.). (max. 1000 znaků včetně mezer)
4. Hodnocení hospodaření s přidělenými prostředky. (max. 500 znaků včetně mezer)
5. Celkové zhodnocení projektu. (max. 500 znaků včetně mezer)

1. Hodnocení formální stránky závěrečné zprávy

Předložená závěrečná zpráva je z formálního hlediska dobře napsána a výsledky v ní uvedené jsou prezentovány srozumitelně. Oponent se v předložené závěreční zprávě velmi dobře orientoval.

2. Hodnocení výsledků projektu v porovnání s vytýčenými cíli

Celý projekt se zaměřuje na optimalizaci výrobních systémů a procesů a skládá ze dvou základních oblastí. První oblast se zaměřuje na technicko-technologické aspekty a druhá oblast se zabývá organizačními aspekty optimalizace výrobních systémů a procesů s důrazem na lidské zdroje. Další velmi důležitý aspekt je komplexnost řešení předložené problematiky, což považuji za důležité.

V rámci projektu byly realizovány následující úkoly. V technicko-technologické oblasti byly realizovány následující podúkoly:

- Rapid prototyping
- Měření rozměrů objektů pomocí kontaktních a bezkontaktních metod
- Řešení problematiky programování a výroby tvarových součástí v 5 osách
- Inovace konstrukčních celků výrobních systémů
- Tekutinové mechanismy

V organizační oblasti byly realizovány následující podúkoly:

- Výzkum a vývoj při projektování a optimalizaci výrobních systémů
- Koncepce rozvrhování a řízení výroby

K pohledu hodnocení výsledků projektu s vytýčenými cíli lze projekt považovat za splněný, i když došlo je drobnému nenaplnění cíle v jednom podúkolu (Rapid prototyping), kde nebyla dořešena

jedna diplomová práce. Velmi důležité je také vyzdvihnout i práci s mladými pracovníky (ať už se jedná o doktorandy nebo studenty magisterského studia). Celkem pracovalo na tomto projektu 22 mladých pracovníků.

3. Hodnocení výstupů v průběhu řešení projektu (publikace, patenty, apod.)

V rámci řešení tohoto projektu byly vytvořeny 2 stopy v RIVu (1 software a 1 funkční vzorek). Dále byly zrealizováno 9 diplomových prací, 2 diplomové práce, které budou mít obhajobu v nejbližší době a dalších 11 výstupů na konferencích a časopisech.

Dle mého názoru je rozsah dostatečný, ale tím by se měl v dalším řešení projektu zaměřit na další "impaktované" a "bodované" výstupy.

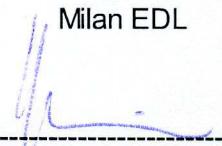
4. Hodnocení hospodaření s přidělenými prostředky

Hospodaření s přidělenými prostředky lze považovat za přijatelné vzhledem k velikosti týmu a odvedenému množství práce.

5. Celkové zhodnocení projektu

Současné řešení projektu a jeho výstupy považuji za zdařilé a splněné. Dále i tématiku tohoto projektu považuji za důležitou v dlouhodobém měřítku, protože tato problematika je plně v souladu s prioritami evropského výzkumného prostoru. Po pečlivém prostudování předloženého projektu doporučuji k dalšímu řešení.

Dne: 2. ledna 2013

Milan EDL

Hodnotitel závěrečné zprávy SGS