



Záverečná správa projektu IPA

Doba riešenia	jún 2014 – január 2015
Registračné číslo projektu	4/2014
Dátum prijatia správy na VVČ (vyplní IPA)	

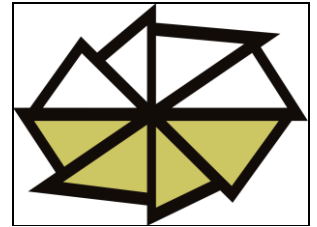
Názov projektu	Výskum procesu disperzie aerosólu pri obrábaní kovov
-----------------------	--

Vedúci projektu

Priezvisko, meno, tituly: Semanová Petra, Ing.	Potvrdzujem správnosť údajov v správe
Telefónne číslo a e-mail: 045/52 06 381, xmilatova@tuzvo.sk Dátum a podpis vedúceho projektu:

Spoluriešitelia

Miroslav Dado, Ing., PhD. Marián Kučera, doc., Ing., PhD. Hricová Júlia, Ing., PhD. Erika Sujová, Ing., PhD. Pavol Koleda, Ing., PhD. Blažej Seman, Ing. Hanes Tomáš, Ing., PhD.
--

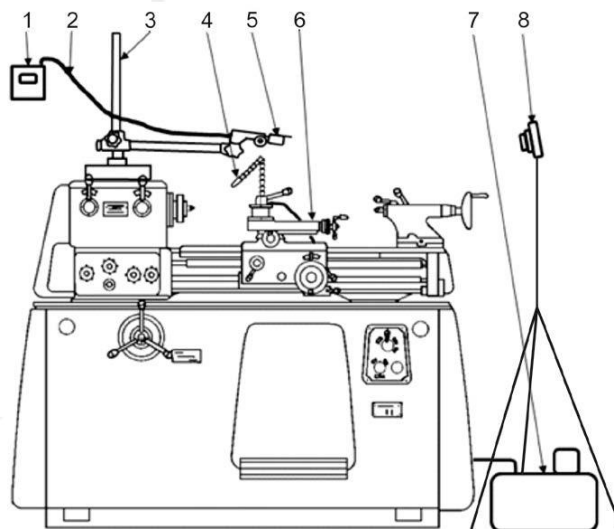


Výsledky riešenia projektu

a.) spôsob, metódy a priebeh riešenia

Problematika kontaminácie pracovného ovzdušia kvapalným aerosólom reznej kvapaliny pri sústružení kovov bola predmetom štúdií viacerých autorov. Parametre, ktoré je potrebné pri posudzovaní zdravotných rizík, súvisiacich s expozíciou kvapalným aerosólom pri použití reznej kvapaliny poznať, sú: chemické zloženie kvapalného aerosólu, spôsob a doba expozície, hmotnostná koncentrácia a veľkostné zloženie častíc. Stanoviť chemické zloženie kvapalného aerosólu je pomerne náročná úloha. Z hľadiska zloženia už len samotná rezná kvapalina predstavuje komplexnú zmes rozličných chemických látok: základná zložka (minerálny, rastlinný, živočíšny alebo syntetický olej zriedený resp. nezriedený vodou), aditíva (napr. emulgátory, inhibitory korózie, biocídy, protipenivé prísady, stabilizátory, ...), ktoré sú do rezných kvapalín pridávané za účelom zlepšenia funkčných vlastností. Okrem toho sú rezné kvapaliny v priebehu používania kontaminované napr. časticami materiálu obrobku / nástroja, vtečeným hydraulickým alebo mazacím olejom a vodoumiešateľné rezné kvapaliny podliehajú mikrobiálnej kontaminácii. Determinovať hodnotu najvyššie prípustného expozičného limitu je teda pre rezné kvapaliny značne problematické.

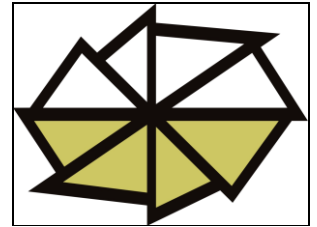
Pre dosiahnutie stanovených cieľov, bolo potrebné poznať súčasný stav riešenej problematiky projektu. Experimentálne merania boli uskutočnené na testovacom zariadení (Obr. 1), ktoré pozostávalo z univerzálneho hrotového sústruhu (KART, model EMU-250), ktorý bol doplnený univerzálnym chladiacim systémom (OPTIMUM Maschinen Germany). Obrobky – valcové tyče boli vyrobené z automatovej ocele ISO 44SMn28 (1.0762) s nominálnou dĺžkou 400 mm. Ich priemer sa pohyboval v rozmedzí od 24 mm do 19 mm. Ako nástroj bol použitý uberací stranový sústružnícky nôž – pravý s prispájkovanou reznou platničkou zo spekaného karbidu s uhlom rezného klina $\beta = 45^\circ$. Rezné podmienky boli nastavené nasledovne: hĺbka rezu (0,4 mm), rýchlosť posuvu $40 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Ako procesná kvapalina bola použitá syntetická kvapalina zmiešaná s vodou v 5% koncentrácii, ktorá bola na miesto obrábania aplikovaná pomocou trysky umiestnenej nad obrobkom vo vzdialenosti 70 mm.



Obr. 1 Schéma testovacieho zariadenia

1 – vzorkovacie čerpadlo, 2 – tygónová hadica, 3 – stojan, 4 – dýza chladiaceho systému, 5 – aktívny vzorkovač aerosólu, 6 – sústruh, 7 – nádrž reznej kvapaliny s čerpadlom, 8 – digitálny fotoaparát (resp. vysokorýchlostná kamera)

Ak nestačí predloha, použite kópiu tejto strany.

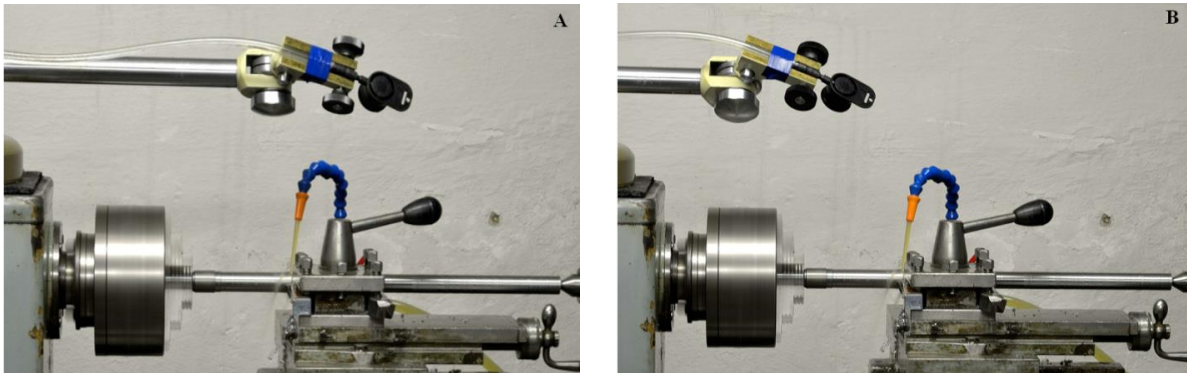


Výsledky riešenia projektu (pokračovanie)

Hmotnostná koncentrácia kvapalného aerosólu bola po odbere a spracovaní vzoriek a po výpočte koncentrácie vzoriek stanovená gravimetrickou metódou. Kvapalnú aerosól bol odoberaný prostredníctvom aktívneho vzorkovača umiestneného 1500 mm nad podlahou, pričom sa menila poloha jeho umiestnenia (Obr. 2). Doba odberu vzorky bola 10 minút.

Veľkosť častíc vznikajúcich počas sústruženia na experimentálnom stende bola zisťovaná v závislosti na meniacich sa podmienkach obrábania:

- otáčky vretena sústruhu: 500-800-1250 ot.min⁻¹;
- prietoková rýchlosť reznej kvapaliny: 1,75-3,5 l.min⁻¹



Obr. 2 Poloha umiestnenia vzorkovača A - stredná poloha, B - krajná poloha

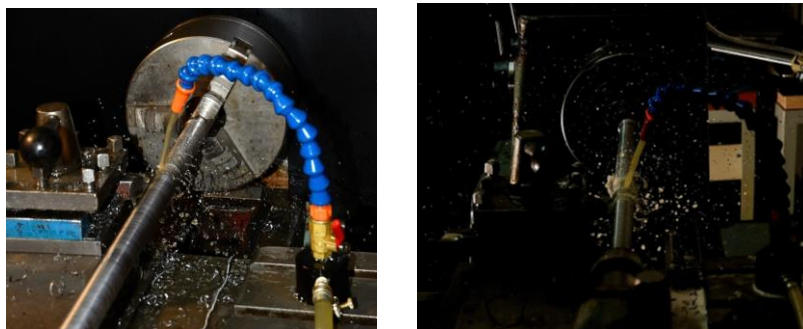
Veľkostná distribúcia častíc kvapalného aerosólu bola stanovená pomocou analýzy obrazu. Zosnímanie a digitalizácia obrazu (Obr. 3) bola realizovaná pomocou digitálneho fotoaparátu (f. Nikon, typ D7000). Pre každú sériu meraní bol postupne vytvorený reprezentatívny súbor vzoriek pozostávajúci zo 100 snímok vo formáte RAW, ktoré charakterizovali časový priebeh tvorby kvapalného aerosólu. Po digitalizácii obrazu, nasledovala jeho segmentácia prostredníctvom prahovania v grafickom editore (Adobe Photoshop, v. CS6). Práhovacie metódy predpokladajú, že objekty v obraze sa dajú odlišiť od pozadia na základe jasovej hodnoty jednotlivých obrazových bodov. Na zistenie ekvivalentného priemeru častíc bola použitá softvérová aplikácia vyvinutá v programovom prostredí MATLAB.

Pri snímaní obrazu pomocou vysokorýchlostnej kamery (OLYMPUS I-SPEED 2) bola rýchlosť snímania 1000 obrázkov/s. Postup vyhodnotenia výsledkov merania bol podobný ako pri použití digitálneho fotoaparátu.

Výsledky zistených rozmerov boli následne exportované do prostredia tabuľkového editora (f. Microsoft Excel), v ktorom boli vytvorené jednotlivé histogramy. Štatistická analýza výsledkov bola spracovaná prostredníctvom jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA).



Výsledky riešenia projektu (pokračovanie)

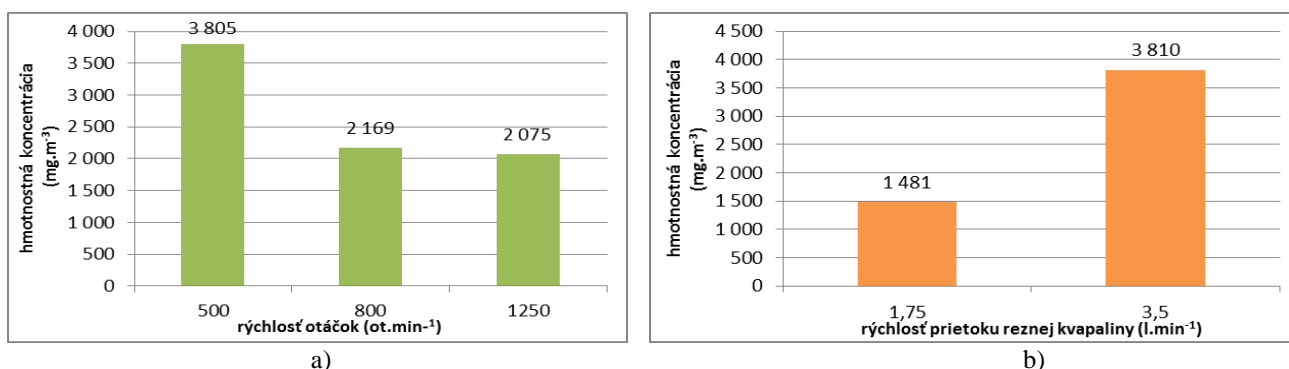


Obr. 3 Snímky generovania kvapalného aerosólu

b.) dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu

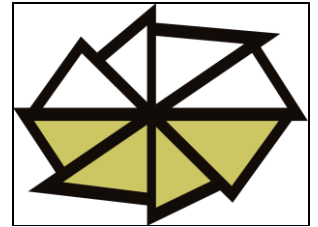
Hodnoty veľkosti hmotnostnej koncentrácie boli vyššie pri rýchlosti otáčok vretena sústruhu 500 ot.min^{-1} v porovnaní s hodnotami hmotnostnej koncentrácie kvapalného aerosólu, ktorý bol generovaný pri rýchlosti otáčok vretena sústruhu 800 ot.min^{-1} resp. 1250 ot.min^{-1} (Obr. 4 a). Výsledky štatistickej analýzy vykonanej prostredníctvom jednofaktorovej analýzy rozptylu ($p = 0,723$) prekvapivo naznačujú, že rýchlosť otáčok nemá štatisticky významný vplyv na veľkosť hmotnostnej koncentrácie generovaného aerosólu.

Hodnoty veľkosti hmotnostnej koncentrácie boli vyššie pri rýchlosti prúdenia reznej kvapaliny $3,5 \text{ l.min}^{-1}$ v porovnaní s hodnotami hmotnostnej koncentrácie kvapalného aerosólu, ktorý bol generovaný pri rýchlosti prúdenia reznej kvapaliny $1,75 \text{ l.min}^{-1}$ (Obr. 4 b). Výsledky štatistickej analýzy vykonanej prostredníctvom jednofaktorovej analýzy rozptylu ($p = 0,188$) podobne ako v predchádzajúcom prípade naznačujú, že rýchlosť prietoku reznej kvapaliny nemá štatisticky významný vplyv na veľkosť hmotnostnej koncentrácie generovaného aerosólu.

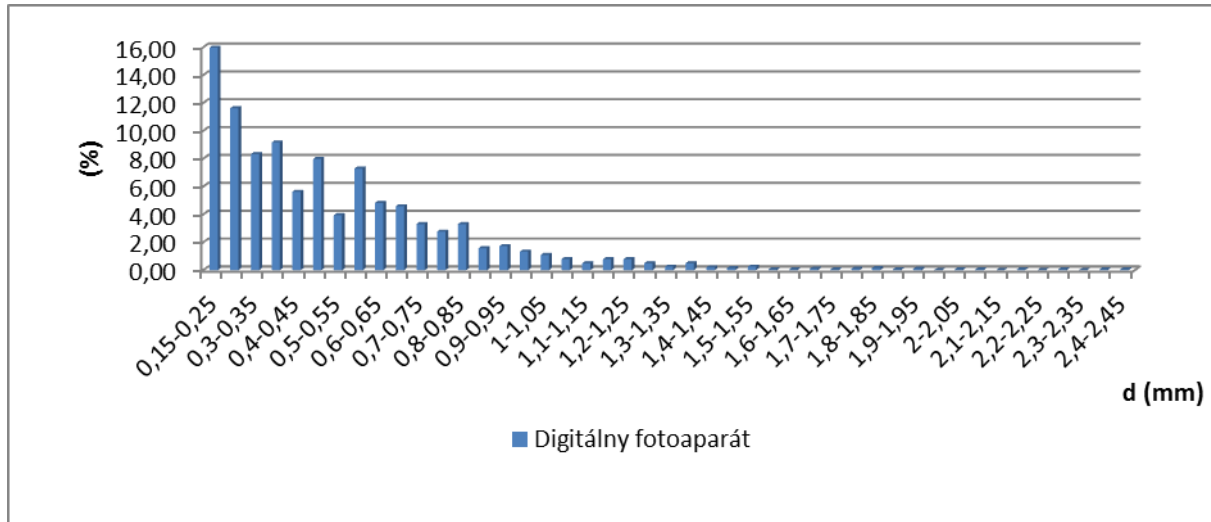


Obr. 4 Vplyv rýchlosti otáčok vretena sústruhu (a) a rýchlosti prúdenia reznej kvapaliny (b), na veľkosť hmotnostnej koncentrácie kvapalného aerosólu

Histogramy veľkosti častíc vyjadrujú rozdelenie častíc disperzného systému podľa ich veľkosti do jednotlivých frakcií charakterizovaných priemerom častice. Veľkostná distribúcia generovaného aerosólu pri rýchlosti otáčok vretena sústruhu 800 ot.min^{-1} a rýchlosti prúdenia reznej kvapaliny $1,75 \text{ l.min}^{-1}$ je uvedená na Obr. 5 pri snímaní digitálnym fotoaparátom a Obr. 6 pri snímaní vysokorýchlostnou kamerou. Obr. 7 predstavuje porovnanie snímacích metód.



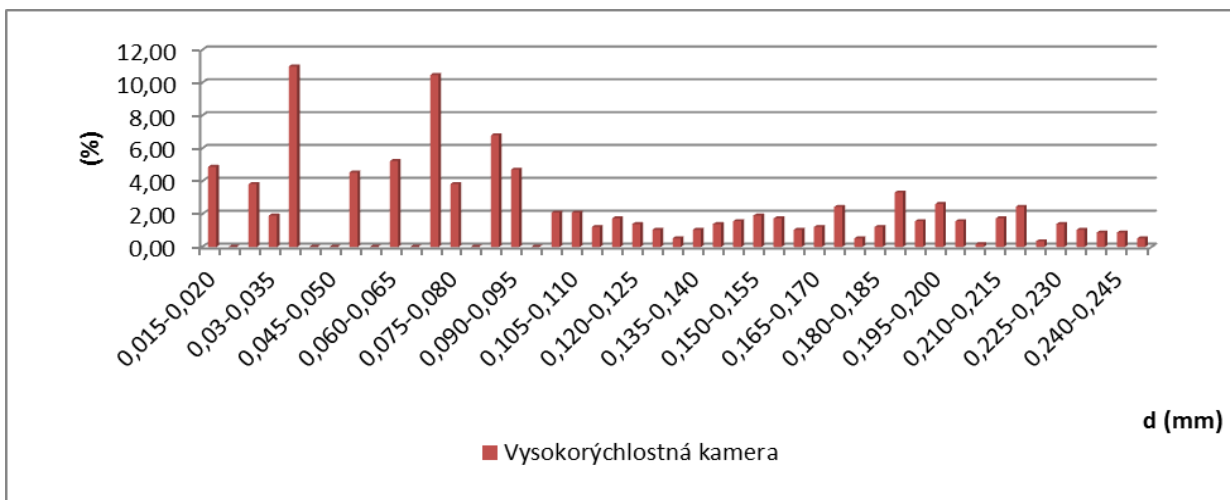
Výsledky riešenia projektu (pokračovanie)



Obr. 5 Distribúcia veľkosti častíc pri rýchlosti otáčok vretena sústruhu 800 ot.min⁻¹ a rýchlosti prúdenia reznej kvapaliny 1,75 l.min⁻¹ – digitálny fotoaparát

Minimálna limitujúca veľkosť častíc, ktorú bolo možné, pri danej metodike vyhodnotenia obrazu pri snímaní digitálnym fotoaparátom, identifikovať bola 185 μm . Polydisperzný aerosól bol charakterizovaný najpočetnejšou frakciou s ekvivalentným priemerom častíc v rozmedzí 150 - 250 μm .

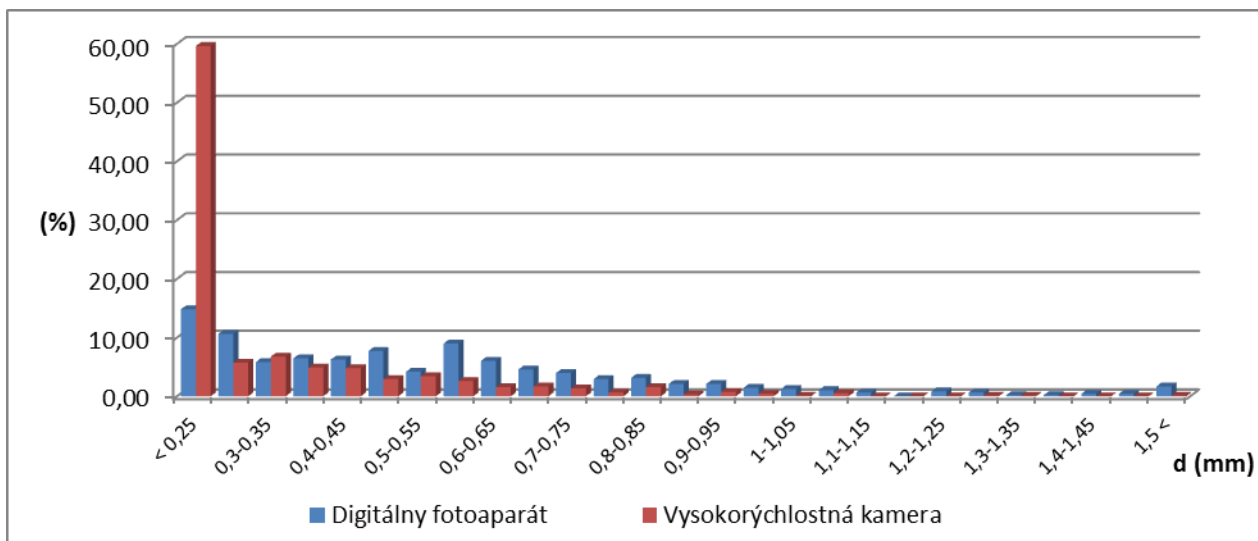
Podobne boli urobené merania aj pre otáčky vretena sústruhu 500 a 1250 ot.min⁻¹ a rýchlostiach prúdenia reznej kvapaliny 1,75 a 3,5 l.min⁻¹. Pre náročnosť spracovania výsledkov sú uvedené histogramy pri rýchlosti otáčok vretena sústruhu 800 za min. a rýchlosti prúdenia reznej kvapaliny 1,75 l.min⁻¹.



Obr. 6 Distribúcia veľkosti častíc pri rýchlosti otáčok vretena sústruhu 800 ot.min⁻¹ a rýchlosti prúdenia reznej kvapaliny 1,75 l.min⁻¹ – vysokorýchlostná kamera



Pri snímaní vysokorýchlostnou kamerou sme získali najmenšiu veľkosť častice 19,32 μm , ktorá sa nachádza v rozmedzí 15 - 20 μm a však podľa histogramu (Obr. 6) bol polydisperzný aerosól charakterizovaný najpočetnejšou frakciou s ekvivalentným priemerom častíc v rozmedzí 35 - 40 μm .



Obr.7 Porovnanie nameraných hodnôt pri rôznych spôsoboch snímania

Vzhľadom na to, že pri snímaní digitálnym fotoaparátom sme identifikovali častice s veľkosťou 185 μm a pri snímaní vysokorýchlostnou kamerou sme identifikovali častice s veľkosťou 19,32 μm , pre porovnanie nameraných hodnôt rôznymi spôsobmi snímania sme brali do úvahy frakciu s ekvivalentným priemerom častíc v rozmedzí od 250 μm . Podľa histogramu (Obr. 7) je možné konštatovať, že metódou snímania prostredníctvom vysokorýchlostnej kamery je možné identifikovať väčšie množstvo častíc s menším priemerom ako pri snímaní pomocou digitálneho fotoaparátu.

Uvedené obmedzenia detekcie veľkosti častíc sú dôsledkom toho, že vzhľadom na tvar a formu generovaného aerosólu je potrebné snímať s vysokým rozlíšením relatívne veľkú časť pracovného priestoru.

Pre náš výskum sú najvýznamnejšie častice s priemerom menším ako 10 μm , pretože z tejto skupiny sa kumulujú častice aerosólov, ktoré najdlhšie ostávajú v pracovnom ovzduší a predstavujú riziko jeho znečistenia chemickým alebo biologickým faktorom.

Predmetom ďalšieho výskumu bude analýza častíc submikrometrickej veľkosti a hodnotenie koncentrácie aerosólov použitím presnejšej metódy merania – laserového fotometra DustTrak DRX.

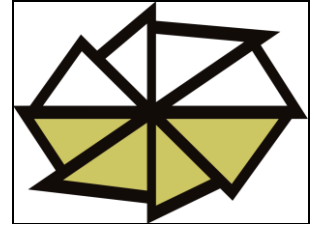


c.) uplatnenie výsledkov a ich prínos v riešenej problematike

Súčasná svetová výroba je charakterizovaná silnejúcim medzinárodným ekologickým povedomím s čoraz prísnejšími predpismi a zákonmi. Novodobý trend v oblasti ochrany zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou kvapalným aerosólom, pri použití reznej kvapaliny, je charakteristický prechodom od monitorovania expozície k regulovaniu (kontrole) emisií priamo v zdroji a odhade rizika expozície na základe poznatkov o mechanizme vzniku emisií a ich rozptyle v pracovnom ovzduší.

Systematizácia poznatkov o mechanizmoch tvorby a správania sa kvapalného aerosólu – hmly, pri použití jednotlivých druhov rezných kvapalín vo vybraných technologických operáciách obrábania kovov, sa tak stáva východiskom pre tvorbu predikčných modelov zohľadňujúcich vplyv predpokladaných faktorov (vlastnosti a spôsob aplikácie reznej kvapaliny, rezné parametre) na parametre kvapalného aerosólu (veľkostné zloženie, hmotnostná koncentrácia).

✘ ✘ ✘ ✘



Zoznam výstupov, ktoré vznikli na základe výsledkov projektu

a) publikované výstupy

ADF

DADO, M. - SEMANOVÁ, P. - HNILICA, R. 2014. Vytvorenie predikčného modelu kontaminácie pracovného ovzdušia kvapalným aerosólom pri sústružení kovov In *Fyzikálne faktory prostredia: mimoriadne číslo časopisu o problematike fyzikálnych faktorov prostredia*. - ISSN 1338-3922. - Roč. 4, č. 2 (2014), s. 26-29.

ADM

HRICOVÁ, J. - SUJOVÁ, E. - SEMANOVÁ, P. 2014. Monitoring the Air Quality in Conventional Wet Machining - SCOPUS. In *Manufacturing Technology: Journal for Science, Research and Production*. ISSN 1213-2489. - Vol. 14, no. 2 (2014), p. 166-172.

AFC

DADO, M. - SEMANOVÁ, P. - KUČERA M. 2014. Vplyv vybraných technologických parametrov sústruženia na veľkostnú distribúciu kvapalného aerosólu reznej kvapaliny. In *Manufacturing Systems Today and Tomorrow 2014 : 8th Annual International Conference, Liberec 20.11.-21.11.2014* Technická univerzita v Liberci. - ISBN 978-80-7494-150-4. - CD-ROM.

AFC

SEMANOVÁ, P. - DADO, M. - KUČERA, M. 2014. Vplyv vybraných parametrov na distribučnú veľkosť častíc kvapalného aerosólu pri sústružení, In *XVI. Mezinárodní vědecká konference mladých 2014: Praha 9.-10. září 2014 = XVI. International conference of young scientists 2014, Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze*, ISBN 978-80-213-2476-3. - CD-ROM, s. 174-178.

BEE

SUJOVÁ, E. 2014. Research of metalworking fluid aerosols. In *Advanced Manufacturing Technologies: 8th international seminar : project: 25-30 June 2014 Sozopol, Bulgaria*. - Sofia: UMG, ISSN 1313-4264. - p. 36-43.

b) zoznam výstupov odovzdaných do tlače v roku 2014

c) iné výstupy

Publikačnú činnosť vykázat v súlade s Organizačnou smernicou č. 7/2013 o bibliografickej registrácii a kategorizácii publikačnej činnosti, umeleckej činnosti a ohlasov na TU vo Zvolene.

Separáty publikačných výstupov tvoria prílohu záverečnej správy. V publikácii musí byť uvedené pod'akovanie IPA.





Čerpanie bežných výdavkov spojených s riešením výskumného projektu:

Cestovné náhrady	130,14€
Konferencie, sympóziá, semináre	140,00€
Sieťové odvetvia - Komunikácie	-
Literatúra	-
Vzorkový materiál	-
Drobný hmotný majetok	231,28€
Materiál, pracovné nástroje	175,02€
Rutinná a štandardná údržba	-
Mzdové náklady (max. 15 %)	-
Dohody o vykonaní práce (max. 10 %)	11,00€
Spolu	687,44€

Rozpis čerpania pridelených finančných prostriedkov na riešenie projektu:

Z dôvodu nákladov na konferenciu boli navýšené finančné prostriedky v položke „Cestovné náhrady“ na 130,14€ a znížené náklady v položke „Konferencie, sympóziá, semináre“ na 140€. Nebola zakúpená žiadna literatúra a tak v položke „Literatúra“ neboli žiadne náklady a z dôvodu navýšených nákladov na nákup materiálov v položke „Materiál a pracovné nástroje“ boli navýšené finančné náklady na 175,02€ a v položke „Dohody o vykonaní práce (max. 10%)“ boli zvýšené náklady na 11€. Z ušetrených finančných prostriedkov bola časť využitá na nákup kancelárskych potrieb využívaných počas riešenia projektu, a preto v položke „Drobný hmotný majetok“ boli navýšené náklady na 231,28€.

Rozpis vyčerpaných finančných prostriedkov:

Cestovné náhrady

- cestovné náhrady a náklady na ubytovanie v rámci aktívnej účasti na XVI. medzinárodnej konferencii v Prahe, ktorú organizovala Česká zemědělská univerzita v Praze, v dňoch 9.-10. september 2014.....130,14€

Konferencie, sympóziá, semináre

- vložné na XVI. medzinárodnú vedeckú konferenciu mladých 2014 v Prahe, 09. – 10. 09.2014.....50,00 €
- vložné za článok v Manufacturing Technology.....90,00€

Drobný hmotný majetok

- tonery (tlačiareň + kopirovacie zariadenie).....116,25€
- kancelárske potreby ((papier, rýchloviazače, fixky, viazacie hrebene, fólie, pravítka, ...)).....115,03€

Materiál, pracovné nástroje

- tyč kruhová ťahaná: materiál S 235; d = 35 mm, 12m = 96kg x 1,1€/kg (bez DPH)105,6€ + DPH.....126,72€
- Dentacryl + brúsne papiere + technický benzín48,30€

Dohody o vykonaní práce (max. 10%)11,00€

Spolu687,44€

Poskytnuté finančné prostriedky boli použité účelne a hospodárne, pre čo najvyššiu efektivitu projektu.

Ak nestačí predloha, použite kópiu tejto strany.

IPA TUZVO

Interná projektová agentúra TUZVO

Technická univerzita vo Zvolene
Referát vedeckovýskumnej činnosti
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko
tel:045/5206 416, <http://www.tuzvo.sk>



<p>Názov a adresa pracoviska: Katedra mechaniky a strojnictva Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky Technická univerzita vo Zvolene Študentská 26 960 53 Zvolen</p>	<p>Vyjadrenie fakulty, resp. org. súčasti TUZVO (prodekan pre VVČ, resp. ním poverený zástupca, riaditeľ org. súčasti)</p> <p>.....</p> <p>Dátum a podpis:</p>
---	--