

Závěrečná zpráva projektu specifického výzkumu zakázka č. 2120

Název projektu: Kontinuální měření anaerobních bioplynových procesů

Specifikace řešitelského týmu.

Odpovědný řešitel: Mgr. Agáta Vargová (3. ročník doktorského studia oboru Teorie vzdělávání ve fyzice, studium zahájeno v září 2012, plánované ukončení studia 2016, ID: S13104)

Studenti doktorského studia na UHK:

Studenti magisterského studia na PřF UHK: Bc. Marek Smolík (1. ročník Fyzikální měření a modelování, ID: S14FY011NP)
Bc. Vladimír Štěpánek (1. ročník Fyzikální měření a modelování, ID: S14FY006NP)
Bc. Stanislav Eminger (1. ročník Fyzikální měření a modelování, ID: S14FY012NP)
Bc. Jan Loskot (2. ročník Fyzikální měření a modelování, S13130)

Další výzkumní pracovníci:

RNDr. Jan Kříž, Ph.D. (školitel doktorandky)
Ing. Lidmila Hyšplerová, CSc.

Celková částka přidělené dotace: 155 595 Kč

Stručný popis postupu při řešení projektu

Pracovníci katedry fyziky PřF UHK se od r. 2012 společně se studenty zabývají vyhodnocováním dat anaerobních methanizačních procesů za vzniku bioplynu. Přirozeným pokračováním těchto činností v rámci projektu SV mělo být osazení sestavy dvou spřažených anaerobních fermentorů s plynojemou (která byla provozována v rámci řešení společných grantových projektů mezi FN, LF UK a UHK od r. 2000) vhodnými senzory k měření. Po odladění měřicí sestavy mělo proběhnout testování různých typů senzorů a dojít ke kontinuálnímu měření základních technologických parametrů s vyhodnocováním dat.

Vzhledem k nevyjasněným vlastnickým vztahům byly, na žádost vlastníka dvou dílů sestavy jednotlivé části v červnu 2015 odděleny, čímž došlo k porušení její vzduchotěsnosti. Z důvodu opotřebení materiálů, zejména rozsáhlé depolymerace plastických hmot, se celá sestava tak stala nefunkční a neopravitelná (viz posudek výrobce v příloze). Bylo tedy třeba hledat náhradní řešení této části projektu.

Vzhledem k tomu, že další oblastí, kterou se pracovníci katedry fyziky spolu se studenty dlouhodobě zabývají, jsou environmentální modely a modelování emisí z velkých průmyslových a zemědělských zdrojů, zcela logicky z těchto činností vyplynulo zaměření na palčivý problém bioplynových stanic, tj. modelování šíření zápachu z této technologie.

Pro výpočet znečištění ovzduší je od roku 1998 zaveden "Metodický pokyn odboru ochrany ovzduší MŽP výpočtu znečištění ovzduší z bodových a mobilních zdrojů „SYMOS 97 Systém

modelování stacionárních zdrojů“. Slouží k výpočtu škodlivin, a tedy i zapáchajících látek, na základě proudění větrů a reliéfu krajiny. Byly proto zakoupeny dvě licence SW SYMOS'97 (verze 2013). Po jejich odzkoušení vyučujícími byla zakoupena síťová verze (10 míst) pro počítačovou učebnu pro výuku studentů v rámci rozšiřování jejich kvalifikačních předpokladů přizpůsobováním bakalářských studijních programů tak, aby lépe reagovaly na potřeby trhu práce. Výuka probíhá v rámci předmětu „Kontinuální monitorovací systémy ochrany prostředí a podpory zdraví“, ve třetím ročníku bakalářského studijního programu „Fyzikální měření a výpočetní technika“, kde studenti získávají základní teoretické informace o technologiích, principech měřicí přístrojové techniky a metodách kontinuálních měření technologických veličin. Učí se také technologická data z konkrétní firmy vyhodnocovat a vytvářet matematicko-statistické modely dopadů dané technologie na životní prostředí.

Gaussovské modely představují jeden z nejrozšířenějších typů modelů transportu a rozptylu znečištění v atmosféře. Jedná se v podstatě o speciální případ analytického řešení rovnice difúze se zavedením řady zjednodušujících předpokladů. Lze jí popsat rozptyl z bodového zdroje v ustáleném poli proudění. Výpočetní rovnice předpokládá, že osa x je položena ve směru proudění a pracujeme nad rovinným terénem. Tento základní tvar Gaussovského modelu je v praxi modifikován řadou korekcí, které rozšiřují možnost využití těchto modelů.

Pach je subjektivní smyslová odezva člověka na inhalaci vzduchu, obsahujícího chemikálii nebo jejich směs. Pro vyhodnocení této odezvy jsou důležité jak intenzita, tak typ zápachu. Zápach způsobuje především obtěžování, nicméně ve vážnějších případech se mohou projevit i přímé zdravotní potíže. Intenzita vjemu je určena špičkovými hodnotami koncentrace, nikoliv průměrnou hodnotou. Úvahy založené na průměrné koncentraci by vedly k podcenění účinků koncentrací pachových látek, do modelu musí být proto zabudována možnost výpočtu okamžitých koncentrací nebo korekce na poměr Špička/Průměr (*Peak-to-Mean, P/M ratio*).

Modelový výpočet umožňuje indikovat směry šíření pachových vleků a pomáhá vytipovat místa, kde je nutno očekávat největší impakt. Pokud jsou k dispozici potřebné meteorologické údaje, stanoví pravděpodobnou četnost překročení limitních hodnot na specifikovaných lokalitách pro zpracování podkladů k návrhům stanovení ochranných pásem z hlediska ochrany před zápachem. Studenti svou práci z této části SV prezentovali formou posterového sdělení na mezinárodní environmentální vědecké konferenci ECOPole'15, v sekci Fórum mladých, viz http://ecopole.uni.opole.pl/scr/ecospis_en.php. Podrobné řešení této části SV obsahuje publikace opublikováno v článku [2].

Druhá část projektu, tj. uplatňování moderních postupů analýzy experimentálních technologických dat jako vícerozměrných časových řad s využitím 3-D grafů probíhala podle plánu. Dosavadní zkušenosti s projektováním, výstavbou a provozem zemědělských bioplynových stanic v České republice naznačují, že procesy methanizace zemědělských substrátů jsou významnou měrou závislé na vlastnostech používané biomasy, která úzce souvisí s kvalitou půdy a klimatickými podmínkami. Proto je třeba navrhovat technologii pro každý projekt a danou oblast individuálně. Z ekonomických důvodů je při návrhu zejména zemědělských bioplynových stanic nutné velmi pečlivě dimenzovat velikost fermentorů a plynemů na konkrétní substráty z dané oblasti, které budou zpracovávány.

Existence lokálních extrémů při kofermentacích zemědělských substrátů je dlouho diskutovaným a obvykle zavrženým problémem. Matematicko-statistickým vyhodnocením experimentálních dat z kofermentace dvou základních surovin využívaných v zemědělských bioplynových stanicích, hovězí kejdy a pšeničné slámy s vrstevnicovým grafem a 3-D grafickým znázorněním studenti potvrdili, že se nejedná o nepřesnosti měření způsobované především nehomogenitou odebíraných vzorků. Příčiny těchto technologicky významných jevů bude třeba dále zkoumat a objasňovat.

Představují proto vhodné a motivující téma jak pro vlastní výuku, tak i pro zpracování kolektivních projektů studentů při jejich povinných stážích v odborných firmách.

Řešení této části SV je shrnuto v článku [3], který prochází recenzním řízením.

Experimenty studenti prováděli v rámci odborných stáží v komerčních ekologických firmách EMPLA AG v Hradci Králové a Zakład Wykonywania Pomiarów EMITOR S. C. v Opole a na Bioplynové stanici Agrodrużstwa Lhota pod Libčany, modelování šíření emisí z bioplynových stanic pomocí SYMOS'97 zpracovávají ve spolupráci s firmou IDEA-ENVI Valašské Meziříčí.

Plánováno bylo i prezentování výsledků projektu v diplomové práci Bc. Jana Loskota, [3]. Nakonec ale byly při řešení projekty použity pouze matematické modely spoluvyvinuté Bc. Loskotem v jeho diplomové práci.

Výstupy projektu:

a) Konference, semináře, výjezdní spolupráce

1. Ve dnech 3. a 4. 9. byl na katedře fyziky uspořádán dvoudenní pracovní seminář se školením SYMOS'97 (verze2013), které vedli odborníci z praxe. Semináře se zúčastnili doktorandi, studenti a pracovníci katedry fyziky a devět studentů-stážistů z Univerzity Opole spolu se dvěma vyučujícími
2. Doktorandka a student magisterského programu se aktivně zúčastnili dekce Fórum mlodych (posterové sdělení) spolu se svým školitelem (přednáška) Evropské environmentální konference ECOpole'15, pořádané Univerzitou Opole ve dnech 14-17. X. 2015 v Jarnoltówku, PL
3. Výzkumný pracovník se spolu se studentem magisterského programu zúčastnil pracovní stáže ve dnech 7.-18. 9. na Přírodovědno-technické fakultě Univerzity Opole, kde zpracovali podklady a dokončili a připravili do tisku publikaci „Modelling of emissions from large biogas plants“, která vyšla v časopise DIDACT ECOL METROL.2015.

b) Publikace:

[1] KŘÍŽ J., HYŠPLEROVÁ L., SMOLIK M., EMINGER S., VARGOVÁ A., KEDER J., SRNĚNSKÝ R., DOŁHAŃCZUK-ŚRÓDKA A., ZIEMBIK Z., WACŁAWEK M.: Modelling of emissions from large biogas plants. DIDACT ECOL METROL.2015, 20(1-2) p. 37-45. DOI:10.1515/cdem-2015-0003. Printed version ISSN : 1640-9019. Online version ISSN : 2084-4506, dostupné na: <http://www.degruyter.com/view/j/cdem.2015>

[2] KŘÍŽ J., HYŠPLEROVÁ L., RADOCHA K., DRTINA R., SMOLÍK M., ŠTĚPÁNEK V., EMINGER S., VARGOVÁ A., Technologické a environmentální modely ve výuce katedry fyziky PřF UHK, modelování šíření emisí z bioplynových stanic I. část (přijato do tisku).

[3] Bc. Jan Loskot: Praktické aplikace balistokardiografického signálu v medicíně, diplomová práce PřF UHK.

Tab. 1 Sumář výstupů řešení projektu

Typ výstupu	Plán v žádosti o projekt	Splněno	Plán do 12/16	Poznámka (např. vyšlo, přijato, v redakčním řízení apod.)
Počet obhájených dizertačních prací				
Počet obhájených diplomových prací	1	1		Bc. Loskot
Jimp - výstup v impaktovaném časopisu	2		1	Červen 2016
Jsc – výstup v databázi Scopus				
Jneimp – výstup v databázi ERIH		1		
Jrec – výstup v recenzovaném časopisu	1		1	v redakčním řízení
B – odborná kniha				
C – kapitola v odborné knize				
D – článek ve sborníku	1		1	listopad 2016
Počet výsledků celkem	5	2	3	

Podrobné zdůvodnění výdajů a doložení dodatečných žádostí o změnu rozpočtu:

- a) **osobní náklady** (mzdy, odměny; odvody na zdravotní, sociální a úrazové pojištění; tvorba sociálního fondu, dohody o provedení práce a dohody o pracovní činnosti)
DPP ve výši 8 000 Kč dle plánu byla vyplacena externí člence výzkumného týmu Ing. Lidmile Hyšplerové, Ph.D.
- b) **stipendia** a jejich stručné zdůvodnění
Mimořádná stipendia ve výši 7 500 Kč pro Mgr. Vargovou, 2 500 Kč pro Bc. Smolíka, 2 000 Kč pro Bc. Štěpánka a 2 000 Kč pro Bc. Emingeru byla vyplacena za časově náročnou práci na projektu na rámec běžných studijních povinností.
Stipendium ve výši dva krát 7 000 Kč bylo vyplaceno Mgr. Vargové a Bc. Smolíkově na pokrytí výloh na účast na konferenci ECOpole 2015.
- c) **spotřební materiál** (výdaje na pořízení kancelářských potřeb a ostatního spotřebního materiálu)
- d) **drobný hmotný majetek** a jejich stručné zdůvodnění,
Dle schválené změny rozpočtu byly nakoupeny dvě licence softwaru SYMOS'97 (31 460 Kč) a dále jeho síťová verze (58080 Kč).
- e) **další náklady** a jejich stručné zdůvodnění,
- f) **náklady nebo výdaje na služby** a jejich stručné zdůvodnění,
Dle schválené změny rozpočtu bylo uhrazeno školení uživatelů softwaru SYMOS.
- g) **doplňkové (režijní) náklady** nebo výdaje v souladu s příslušným řídicím aktem UHK,
- h) **cestovné** a jeho stručné zdůvodnění.
Částečně byla z prostředků projektu pokryta cesta doc. Kříže na konferenci ECOpole 2015 (3 058 Kč) a pobyt Dr. Hyšperové v Opole (18 094 Kč), podrobnosti viz výše.

Výsledek čerpání finančních prostředků uveďte v jednotné přehledné tabulce 2.

Tab. 2 Čerpání finančních prostředků v Kč

Položka	Plán	Žádost o změnu rozpočtu	Skutečnost
Počet členů řešitelského týmu čerpajících mzdové prostředky	6	5	5
Počet studentů čerpajících mzdové prostředky	5	4	4
Stipendia	35 000 Kč	28 000 Kč	28 000 Kč
DPP, DPČ - studenti			
Odměny, DPP, DPČ - ostatní	8 000 Kč	8 000 Kč	8 000 Kč
Zákonné zdravotní a sociální pojištění	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Celkem osobní náklady	43 000 Kč	36 000 Kč	36 000 Kč
Spotřební materiál	4 495 Kč	0 Kč	0 Kč
Drobný hmotný majetek	98 000 Kč	89 540 Kč	89 540 Kč
Materiálové náklady celkem	102 495 Kč	89 540 Kč	89 540 Kč
Služby celkem	0 Kč	8 470 Kč	8 470 Kč
Cestovné celkem	10 000 Kč	21 585 Kč	21 641 Kč
Celkové náklady	155 595 Kč	155 595 Kč	155 651 Kč

Datum: 6. 1. 2016

Podpis odpovědného řešitele

Seznam příloh

1. Výsledovka s Magionu
2. Výpis z OBD
3. KRÍŽ J., HYŠPLEROVÁ L., SMOLÍK M., EMINGER S., VARGOVÁ A., KEDER J., SRNĚNSKÝ R., DOĽHAŇCZUK-ŠRÓDKA A., ZIEMBIK Z., WACŁAWEK M.: Modelling of emissions from large biogas plants. DIDACT ECOL METROL.2015, 20(1-2) p. 37-45. DOI:10.1515/cdem-2015-0003.
4. KRÍŽ J., HYŠPLEROVÁ L., RADOCHA K., DRTINA R., SMOLÍK M., ŠTĚPÁNEK V., EMINGER S., VARGOVÁ A., Technologické a environmentální modely ve výuce katedry fyziky PřF UHK, modelování šíření emisí z bioplynových stanic I. část