

## MONITORING ROZPTYLU EMISÍ ZNEČIŠŤUJÚCICH LÁTOK ZO SPAĽOVACIEHO ZARIADENIA NA BIOMASU

Vladimír LALÍK – Katarína FARBIAKOVÁ

*Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická Univerzita vo Zvolene, SR..*

*E-mail:vladimir.lalik@gmail.com, katarina.gasparova@gmail.com*

### ABSTRACT

Article deals with evaluating of adequacy of smokestack height from combustion device designed in a single boiler room. Appropriate value of smokestack height conducted waste gases into open air must meet not only emission limits and legislation from the field of the air protection according the Act N. 478/2002 Code, but also criteria – emission limits of pollutants stated in regulation N. 705/2002 Code, which are in compliance with Directives from the field of EU environment. Study evaluates suggested building of boiler room, which will use waste wood as a fuel. Adequacy of height of smokestack was verify by monitoring of five pollutants dispersion. Calculated values of the pollutants concentration emitted in the open air affirm suitability of suggested smokestack height.

**Key words:** pollutants, emissions, emission limit, oxides of nitrogen, total organic carbon

### 1. ÚVOD

Zásobovanie palivami a energiou je problém, ktorý v súčasnosti znepokojuje celú spoločnosť na rôznych úrovniach riadenia. Tento problém je ešte znásobený súčasnými trendmi svetového populačného rastu, rastúcou spotrebou energie, rýchlym poklesom zásob fosílnych palív, zdanlivo pomalým technickým pokrokom v objavovaní nových, predovšetkým obnoviteľných zdrojov energie a negatívnymi dopadmi na životné prostredie. Jedným zo spôsobov, ako uvedené problémy s palivami a energiou riešiť, je využívanie biomasy ako obnoviteľného zdroja energie na energetické účely [1].

Na Slovensku sa v súčasnosti výroba tepla a elektrickej energie realizuje najmä týmito spôsobmi:

- spaľovaním fosílnych palív ako je zemný plyn, uhlie, kvapalné palivá na báze ropy,
- štiepnou reakciou jadrového paliva,
- využívaním obnoviteľných zdrojov energie (slnečné kolektory, vodná energia, geotermálna energia, biomasa na energetické účely).

Predpokladá sa, že na Slovensku v nasledujúcich desaťročiach nadobudne na dôležitosť využívanie biomasy a to ako na výrobu tepla tak aj na výrobu elektrickej energie.

Slovensko má skromný potenciál veternej energie oproti prímorským štátom. V prevádzke sú iba 3 veterné parky. Je u nás málo vhodných lokalít k inštalácii veterných turbín, kde priemerná rýchlosť vetra dosahuje aspoň  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Veterné elektrárne na Slovensku v súčasnom období preferované nie sú aj preto, že dobré veterné podmienky sú často v chránených územiach prírody. Uvažuje sa tiež s využitím atómovej energie. Firma ENEL sa zaviazala dobudovať do roku 2014 3. a 4. blok atómovej elektrárne v Mochovciach. Je však potrebné mať na zreteli, že niektoré štáty (najmä susedné Rakúsko) majú výhrady voči takejto forme výroby energie. Bohatý potenciál energie na Zemi predstavuje geotermálna energia. Vo svete je veľa geotermálnych zdrojov, kde zo zeme vystupujúca prehriata para alebo horúca voda sú vhodné na priamu výrobu elektrickej energie v parnej turbíne. Naše geotermálne vody majú nižšiu teplotu  $45\text{-}130^\circ \text{C}$ , preto sú vhodné prakticky iba na vykurovanie. Využívajú sa v 35 lokalitách s úhrnným tepelným výkonom 75 MW na vykurovanie objektov, bazénov a skleníkov. Perspektívnou v dlhodobjšom pohľade sa javí metóda elektrolytickej výroby vodíka a jeho spaľovania, ktorá predstavuje v súčasnosti najčistejšiu formu výroby energie.

Slovensko je tiež krajina s poľnohospodárstvom, kde sa pestujú rôzne plodiny, ktoré po zbere úrody produkujú významné množstvo lignínocelulózoých materiálov, ako je slama a iný nezužitkovateľný odpad. Tieto predstavujú určitú energetickú hodnotu, ktorú možno využiť ako biomasu na výrobu energie. Okrem toho sa Slovensko vyznačuje vysokým stupňom lesnatosti (40%), kde vzniká významné množstvo dreveného odpadu a to jednak z uhynutých stromov ale aj z ťažby dreva. Tento odpad predstavuje hlavný zdroj biomasy, s ktorým treba rátať. Tiež sú známe a aj realizované projekty

pestovania rýchlorastúcich drevín, ktorých biomasu je možné spracovať na energetické účely. Aj keď existuje viacero spôsobov energetického využívania biomasy, v praxi sa najviac uplatňuje zo suchých princípov spaľovanie a z mokrých princípov výroba bioplynu anaeróbnou fermentáciou.

Príspevok sa zaoberá rozptylom emisií znečisťujúcich látok, ktoré vznikajú, resp. budú vznikať pri výrobe tepla v kotolni, spaľovaním biomasy vo forme odpadového dreva z technológie priemyselného spracovania dreva. Prevádzkovateľ kotolne má týmto preukázať zabezpečenie dostatočnej výšky komína v zmysle prílohy č. 6 k vyhláske č. 706/2002 Z.z. [2], potrebnej pre dobrý rozptyl znečisťujúcich látok vo voľnom ovzduší.

## 2. MATERIÁL A METODIKA

Z kotolne ako zdroja znečisťovania ovzdušia (ZZO) budú počas jeho prevádzky unikať do voľného ovzdušia produkty spaľovania, z ktorých ako dominantné sú oxid uhličitý a voda. V menšom množstve budú vznikať iné plynné a tuhé zložky, z ktorých niektoré sú považované za škodliviny a legislatíva požaduje ich sledovanie a vyhodnocovanie.

Plynné znečisťujúce látky – sú anorganického a organického charakteru.

Z anorganických sú to základné znečisťujúce látky: tuhé znečisťujúce látky (TZL), CO, NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub> a organické zlúčeniny, ktoré sú splodinami rozkladu drevnnej hmoty, ktorá bola nedostatočne spálená (zoxidovaná). Z tuhých častíc je to nezachytený popol, ktorý obsahuje ako nedokonale spálenú drevnú hmotu, tak aj anorganické látky. Pre niektoré z týchto látok vyplýva povinnosť sledovať ich rozptyl zo ZZO vo voľnom ovzduší (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> TZL ako PM<sub>10</sub>). Z organických plynov a pár časť kondenzuje a vznikajú dechtovité látky. Organické plyny a pary vznikajú najmä v počiatkovej fáze zakurovania kotlovej jednotky, keď nie je v dostatočnej miere vyhriate zariadenie na prevádzkovú teplotu. Môžu vznikať tiež pri nesprávnom nastavení spaľovacieho zariadenia, pri nedostatku kyslíka. Pre tieto látky legislatíva definuje emisný limit pre celkový uhlík obsahujúce plyny v spalinách, ktoré sa stanovujú a vyhodnocujú ako TOC (Total Organic Carboneum – celkový organický uhlík). Okrem spomínaných degradačných produktov vznikajú pri spaľovaní aj polycyklické aromatické uhl'ovodíky (PAU), z ktorých najvýznamnejší z hľadiska negatívneho vplyvu na ľudské zdravie je benzo(a)pyrén. V životnom prostredí sa nevyskytuje samostatne, ale nachádza sa vo všetkých jeho zložkách ako zmes viacerých PAU [3].

Kotolňa na biomasu, ktorá bude inštalovaná v prevádzke priemyselného spracovania dreva, bude osadená jednou kotlovou jednotkou typu TSP 40 na výrobu teplej vody pre komunálne účely prevádzky a pre technologické potreby na ohrev vzduchu pre inštalované sušiarne. Tepelný príkon kotla je 520 kW<sub>t</sub>. Zdrojom drevného odpadu je piliarska guľatina. Pri jej spracovávaní – pri poreze a následných operáciách budú vznikať drevné odpady, ktoré budú slúžiť prevádzkovateľovi ako zdroj paliva na výrobu tepla. Drobný drevný odpad sa dopraví do sila, ktoré je zásobníkom na vykurovací materiál. Zo sila sa odpad dopravuje do kotla pomocou závitovkového dopravníka. Spaliny sa z kotloveho systému odvádzajú komínom do voľného ovzdušia. Časť tuhých zložiek zo spalin sa odlúči vo vírovom odlučovači a dočasne sa uloží v odnímateľnom kontajneri.

Projektant v projektovej dokumentácii navrhol výšku komína 10 m.

ZZO kotolňa patrí do systému hlavného technologického zdroja 6.9 Priemyselné spracovanie dreva. Vzhľadom k skutočnosti, že projektovaná kapacita nedosahuje podľa množstva spracovávaného dreva prahovú kapacitu limitovanú pre stredné zdroje  $\geq 50 \text{ m}^3 \cdot \text{deň}^{-1}$ , prevádzku tejto technológie ako ZZO zaradíme ako „Malý zdroj“ znečisťovania ovzdušia. Kotolňa ako ZZO sa však eviduje ako samostatný zdroj znečisťovania ovzdušia podľa kritérií pre palivovo-energetický priemysel.

Podľa vyhlásky MŽP SR č. 706/2002 Z. z., v zmysle prílohy č. 2, upravenej vyhláškou č. 410/2003 Z. z. [4] je technológia výroby tepla, ako ZZO zaradený:

1. Palivovo-energetický priemysel
  - 1.1.2 Technologické celky obsahujúce stacionárne zariadenia na spaľovanie palív s nainštalovaným súhrnným menovitým tepelným príkonom 0,3 MW<sub>t</sub> a vyšším až do 50 MW<sub>t</sub>
- Stredný zdroj

### 3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

#### 3.1 Emisné limity a hmotnostné toky znečisťujúcich látok

Vyhláška MŽP SR č. 706/2002 Z. z. príloha č. 4 [2] určuje pre hodnotený zdroj znečisťovania ovzdušia (ZZO) nasledovné maximálne hodnoty emisných limitov:

**Tuhé znečisťujúce látky (TZL):** emisný limit sa neurčuje, ani neplatia všeobecné emisné limity,

**NO<sub>x</sub>** : emisný limit EL = 650 mg.m<sup>-3</sup>,

**CO** : keď hmotnostný tok HT ≥ 0,5 g.h<sup>-1</sup>, potom emisný limit EL = 850 mg.m<sup>-3</sup>,

Organické látky vyjadrené ako **TOC**: emisný limit EL = 100 mg.m<sup>-3</sup>,

**SO<sub>2</sub>** : emisný limit EL = 200 mg.m<sup>-3</sup>,

Emisné limity platia pri referenčnom obsahu kyslíka 11 % v suchých spalinách, za normálnych fyzikálnych podmienok.

Objemový prietok spalin sa stanovil teoreticky výpočtom z množstva spotrebovaného paliva.

Na výpočet hmotnostného toku sa volila koncentrácia emisií vypočítaná z objemového prietoku spalin kotlových jednotiek a limitne najvyššej prípustnej emisnej hodnoty podľa vyhlášky MŽP SR č. 706/2002 Z. z. (príloha č. 4). V tabuľke 1 sú uvedené hmotnostné toky v hodnotách, ktoré sa použili pre výpočet rozptylu emisií sledovaných znečisťujúcich látok.

Tab. 1: Hmotnostné toky znečisťujúcich za nominálneho tepelný výkonu kotla

Znečisťujúca látka	Teplota [°C]	Koncentrácia [mg.m <sup>-3</sup> ]	Objemový tok [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	Hmotnostný tok [g.h <sup>-1</sup> ]
TZL	120	300*	1728	519
NO <sub>x</sub>	120	650	1728	1 123
CO	120	850	1728	1 469
TOC	120	100	1728	173
SO <sub>2</sub>	120	200	1728	346

\* hodnota nameraná pri testovaní zariadenia

#### 3.2 Preverenie dostatočnosti výšky komína monitoringom rozptýlených emisií

Kontrola dostatočnosti výšky komína kotlovej jednotky TSP 40 na biopalivo sa uskutočňuje za účelom dosahovania takých koncentrácií znečisťujúcich látok vo voľnom ovzduší, ktoré nie sú príčinou poškodenia zdravia ľudí, ani ekosystémov. Preverenie dostatočnosti výšky komína sa uskutočnilo na základe monitoringu rozptylu emisií programom pre vyhodnotenie rozptylu na krátke vzdialenosti. Vyhodnotenie sa robilo za podmienok nominálneho tepelného výkonu kotlovej jednotky TSP 40. Programom sa získajú hodnoty koncentrácie znečisťujúcej látky na zameranom objekte od ZZO pre konkrétnu znečisťujúcu látku. Ako kvalitatívne parametre „S“ boli pre výpočet použité limitné hodnoty uvedené vo vyhláške č. 705/2002 Z. z. [5]. Pre TZL bola použitá limitná hodnota pre častice menšie ako 10 μm – PM<sub>10</sub>. Hodnoty sú uvedené v tab.2.

Tab.2: Limitné hodnoty znečisťujúcich látok vo voľnom ovzduší

Znečisťujúca látka	Účel	Priemerované obdobie	Limitná hodnota [μg.m <sup>-3</sup> ]
TZL (PM <sub>10</sub> )	Ročná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí	Kalendárny rok	40
NO <sub>x</sub>	Hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí	1 hodina	200
CO	Limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí	Maximálny denný 8-hodinový priemer	10 000
TOC	-	-	100
SO <sub>2</sub>	Hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí	1 hodina	350

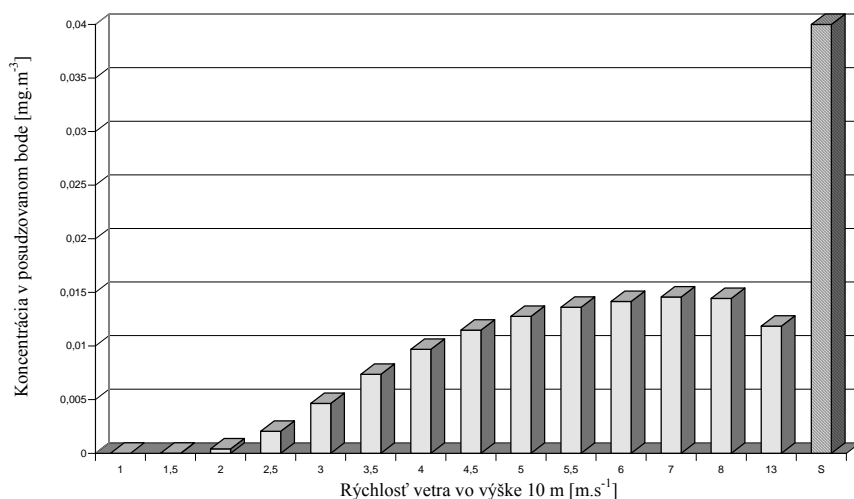
\* Hodnota konštanty „S“ uvedená v [6]

Koncentrácia znečisťujúcich látok v ovzduší sa zisťovala vo vzdialenosti 130 m od zdroja znečisťovania, čo zodpovedá vzdialenosti najbližšieho obytného domu.

Programom sa získali číselné hodnoty (i grafický záznam) koncentrácie znečisťujúcich látok za podmienok, keď zo zdroja znečisťovania ovzdušia pôsobí vietor priamo na hodnotené miesto vo výške 2 m nad zemou za rôznych rýchlostí vetra.

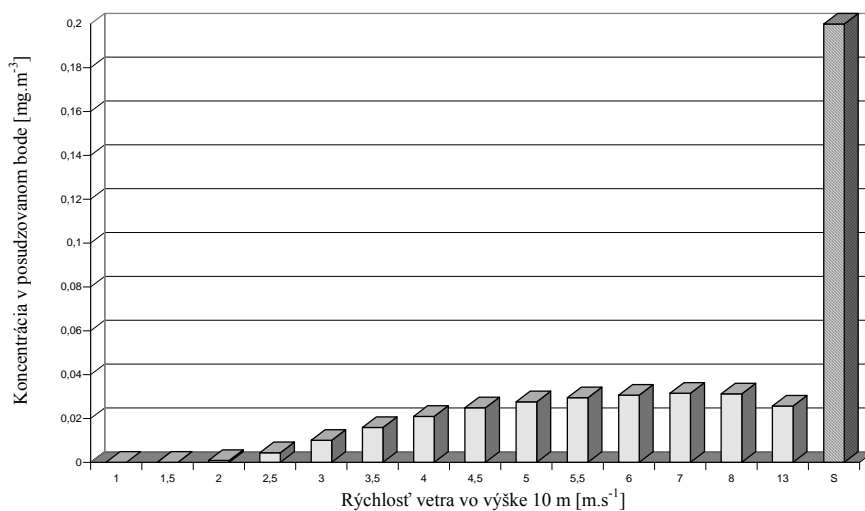
Súborné výsledky vybraných hodnotených miest sú uvedené v grafoch č. 1-5.

Koncentrácia v posudzovanom bode

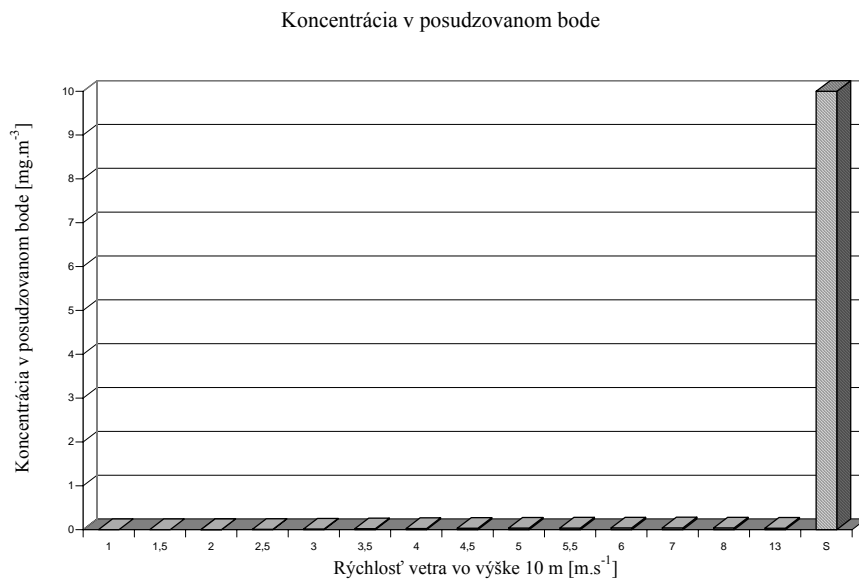


Graf 1: Hodnoty koncentrácie TZL vo výške 2 m nad zemou, a vzdialenosti 130 m.

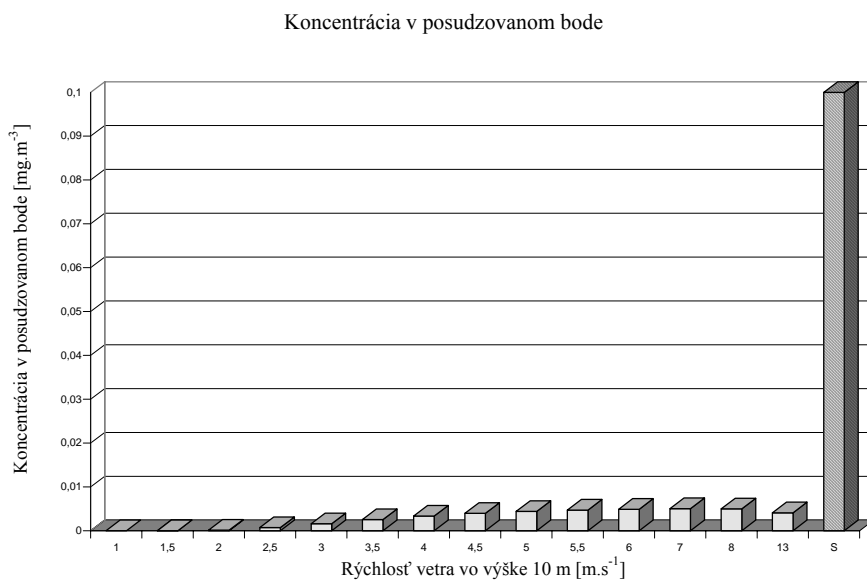
Koncentrácia v posudzovanom bode



Graf 2: Hodnoty koncentrácie NO<sub>x</sub> vo výške 2 m nad zemou, a vzdialenosti 130 m.

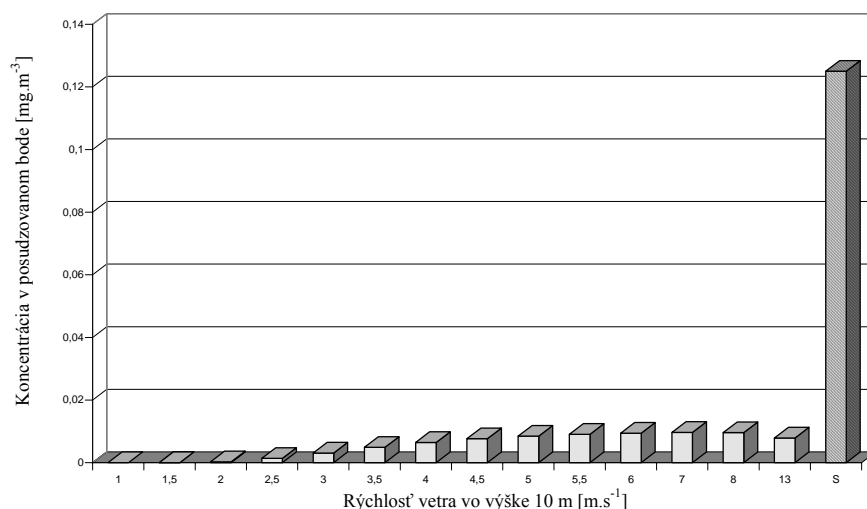


Graf 3: Hodnoty koncentrácie CO vo výške 2 m nad zemou, a vzdialenosti 130 m.



Graf 4: Hodnoty koncentrácie TOC vo výške 2 m nad zemou, a vzdialenosti 130 m.

Koncentrácia v posudzovanom bode

Graf 5: Hodnoty koncentrácie SO<sub>2</sub> vo výške 2 m nad zemou, a vzdialenosti 130 m.

V tabuľke 3 uvádzame najvyššie koncentrácie znečisťujúcich látok vo voľnom ovzduší z prevádzky kotolne pri priamom pôsobení vetra na najbližšie obytné domy vo vzdialenosti 130 m od komína, vo výške 2 m.

Tab. 3: Rekapitulácia zistených hodnôt koncentrácií znečisťujúcich látok vo voľnom ovzduší.

Znečisťujúca látka	Maximálna koncentrácia [μg.m <sup>-3</sup> ]	Pri rýchlosti vetra [m.s <sup>-1</sup> ]	Konštanta „S“ [μg.m <sup>-3</sup> ]	Výrok
TZL (PM <sub>10</sub> )	14,5	7	40	<b>Vyhovuje</b>
NO <sub>x</sub>	31,5	7	200	<b>Vyhovuje</b>
CO	41,3	7	10 000	<b>Vyhovuje</b>
TOC	5	5-8	100	<b>Vyhovuje</b>
SO <sub>2</sub>	9,2	7	350	<b>Vyhovuje</b>

Z výsledkov uvádzaných v grafoch 1-5 a tab.3 vyplýva, že maximálne koncentrácie znečisťujúcich látok boli dosiahnuté pri rýchlosti vetra 7 m.s<sup>-1</sup>, pri organických látkach vyjadrených ako TOC pri rýchlostiach 5-8 m.s<sup>-1</sup>. Tieto koncentrácie však nedosahujú limitné hodnoty ZL vo voľnom ovzduší, t.j. výšky komínov sú vyhovujúce.

#### 4. ZÁVER

V príspevku sa hodnotila dostatočnosť výšky komína zo spaľovacieho zariadenia na biomasu. Projektant v projektovej dokumentácii navrhol výšku komína 10 m. Vypočítané hodnoty koncentrácie znečisťujúcich látok vo voľnom ovzduší v lokalite blízkych bytových jednotiek potvrdili, že navrhnutá výška komína je dostatočná t.j. bude vyhovovať ako emisným limitom a legislatíve z oblasti ochrany ovzdušia podľa zákona č. 478/2002 Z.z. tak aj kritériám – limitným hodnotám znečistenia ovzdušia uvádzaných vo vyhláske č. 705/2002 Z.z..

#### Pod'akovanie

Článok vznikol ako súčasť riešenej problematiky grantového projektu VEGA č. 1/2373/05 a výskumnej úlohy AE – XXI 3526, čím autori súčasne ďakujú za finančný príspevok.

**LITERATÚRA**

1. PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P.: *Biomasa – obnoviteľný zdroj energie*. FCC Public, Praha 2004 81 s. ISBN 80-86534-06-5
2. Vyhláška č. 706/2002 Z.z. o zdrojoch znečisťovania ovzdušia, o emisných limitoch o technických požiadavkách a všeobecných podmienkach prevádzkovania, o zozname ZL, o kategorizácii ZZO a o požiadavkách zabezpečenia rozptylu emisií ZL.
3. VELKOVÁ, V.: Kontaminácia vôd a sedimentov polycyklickými aromatickými uhľovodíkmi: Vedecká štúdia 11/2004/A. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2005. p.16. ISBN 80-228-1450-4
4. Vyhláška MŽP SR č. 410/2003 Z.z. ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 706/2002 Z.z.
5. Vyhláška MŽP SR č. 705/2002 Z.z. o kvalite ovzdušia.
6. Informácia o postupe výpočtu výšky komína na zabezpečenie podmienok rozptylu vypúšťaných znečisťujúcich látok a zhodnotenie vplyvu zdroja na imisnú situáciu v jeho okolí pomocou matematického modelu výpočtu očakávaného znečistenia ovzdušia. Vestník Ministerstva životného prostredia SR ročník IV 1996 čiastka 5.
7. <http://www.seas.sk/encyklopedia/obnovitelne-zdroje-energie>