



# FUGITÍVNE EMISIE TUHÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK AKO VÝSLEDOK ANTROPOGÉNNEJ ČINNOSTI



**Henrieta Vlčková**

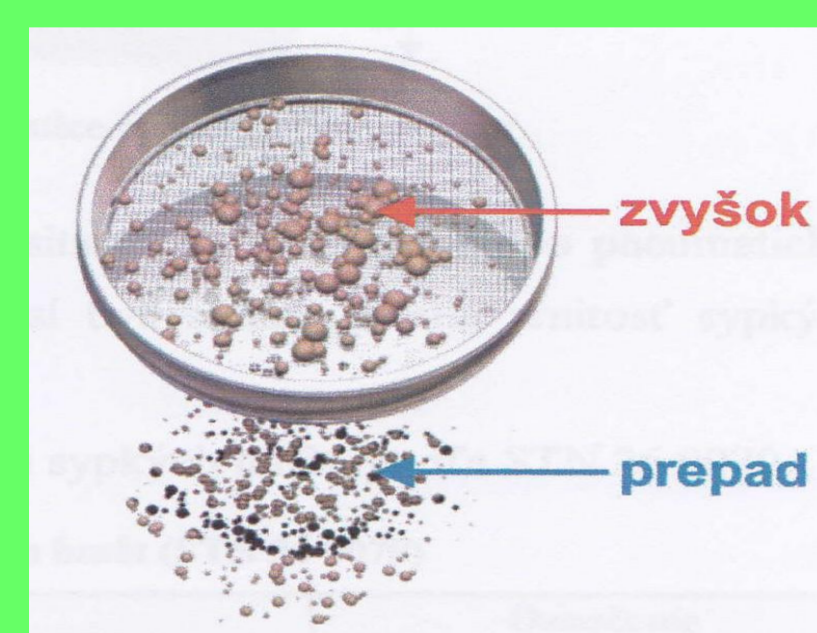
Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Katedra environmentálneho inžinierstva, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

e-mail: hvlckova@gmail.com

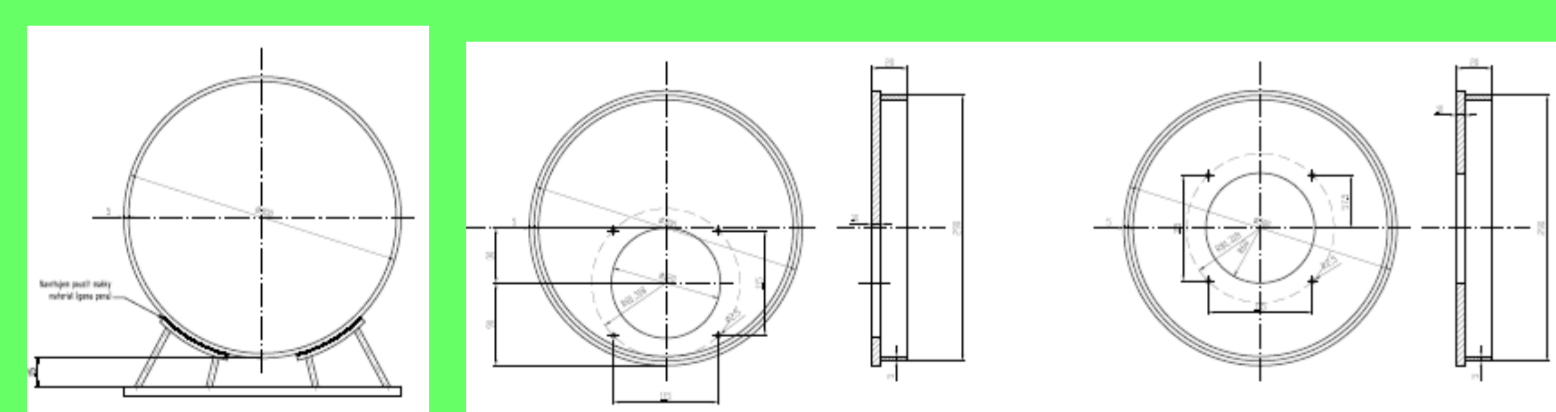
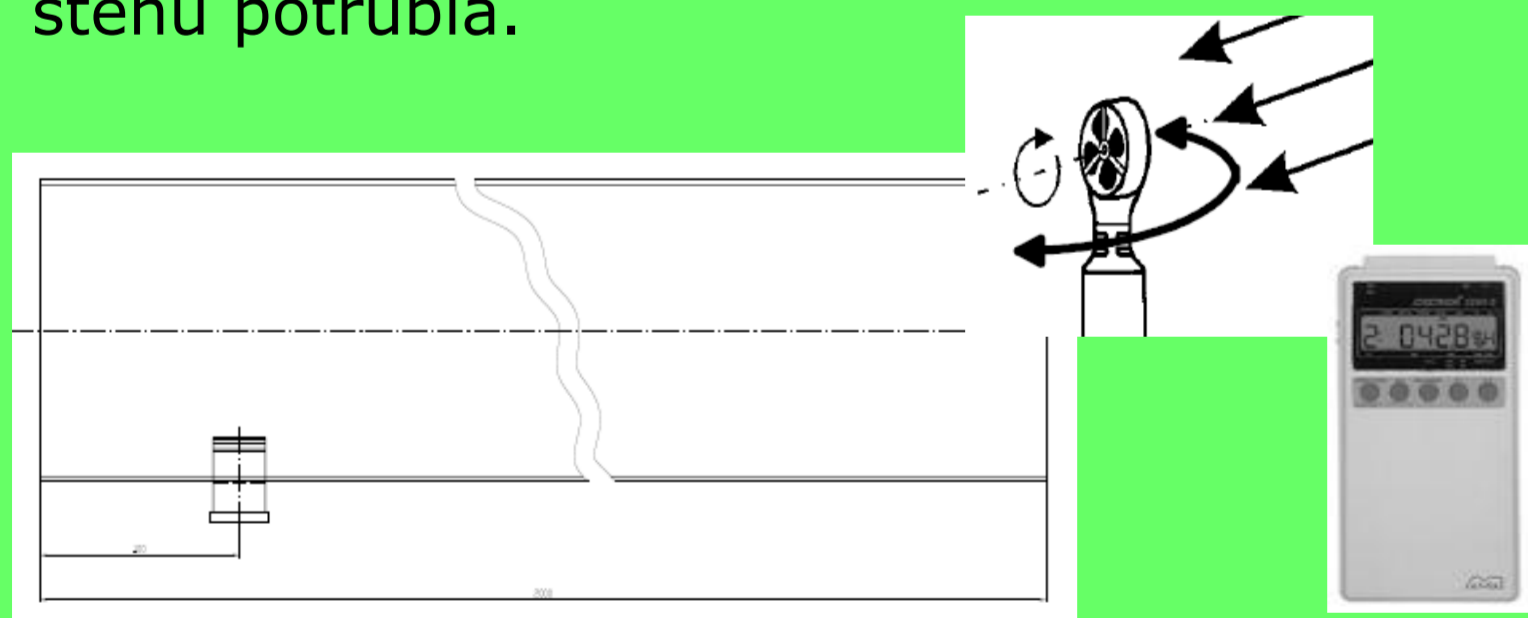
## Problematika

V drevospracujúcom priemysle vznikajú fugitívne emisie pri procesoch pílenia, brúsenia a spracovania dreva na triesky alebo štiepky, a na voľných, resp. prekrytých skladoch pilín a triesok, alebo počas manipulácie s dopravným prostriedkom. Ide o vysýpanie piliny z dopravného prostriedku na sklad, jej uloženie na sklade, nakladanie zo skladu na dopravný prostriedok, preprava na spracovanie, atď. Hlavnou zložkou fugitívnych emisií TZL je prach určitého pôvodu, chemického zloženia, veľkosti a tvaru častíc, preto podniky vlastniace sklady drevnej zmesi sú povinné tieto emisie evidovať.

**Granulometrická analýza** bola vykonaná na sitovacom stroji RETSCH AS 200. Vzorky s hmotnosťou 50g, časom sitovania 15 min v intervale 15 sekúnd boli spracované na sade sít s veľkosťou medzier v pletive 2000µm, 1000µm, 500µm, 250µm, 125µm, 80µm, 63µm, 32µm a pod 32µm.



**Modelovanie sedimentácie** pomocou rozptylu bolo vykonané v potrubí, kde bol ventilátorom vŕhaný vzduch pôsobiaci na zmes drevnej hmoty o hmotnosti 50g, vo vzdialenosti 0,3m od ventilátora, z časom pôsobenia 60 sekúnd. Hodnoty prúdenia vzduchu boli prebraté a priemerná rýchlosť vypočítaná z údajov SHMÚ v mieste lokality drevospracujúceho podniku. Na meranie prúdenia vzduchu bol použitý anemometer Almemo s vrtuľkovým snímačom. Podľa plošného obsahu vnútornej steny potrubia a prírub sme určili plochu A na ktorú rozptýlené drevné častice sedimentovali, respektíve rozptýľovali, prípadne boli pritiažené elektrostatickým nábojom na stenu potrubia.



1)	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	Σ [g]	1,163	mpr	hmotnosť kopy pred fúkaním			
mpr [g]	50,01	50,01	50,06	50,07	50,05	50,02	50,03	50,04	50,03	50			mipo	hmotnosť kopy po fúkaní			
mpo [g]	48,59	48,96	48,87	48,31	48,8	48,61	49,07	48,82	49,23	49,43			mv	výsledná hmotnosť			
mv [g]	1,42	1,05	1,19	1,76	1,25	1,41	0,96	1,22	0,8	0,57			SPOLU Σ		0,9725	[g]	
2)	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	Σ [g]	1,384	vz [m.s <sup>-2</sup> ]		4,2	vk [m.s <sup>-2</sup> ]	0,5428571 <sup>4</sup>
mpr [g]	50,03	50,06	50,02	50,06	50,07	50,06	50,03	50,07	50,03	50,01				3,66			0,2
mpo [g]	47,81	48,97	49,03	48,74	48,54	48,66	48,56	48,88	48,97	48,44				3,68			0,6
mv [g]	2,22	1,09	0,99	1,32	1,53	1,4	1,47	1,19	1,06	1,57				4,12			0,4
														4,48			0,6
3)	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	Σ [g]	0,669		4,57			0,4
mpr [g]	50,02	50,03	50,03	50,02	50,02	50,02	50	50	49,99	50				4,27			0,2
mpo [g]	49,18	49,05	49,53	49,3	49,16	49,52	49,58	49,55	49,27	49,3				3,99			0,8
mv [g]	0,84	0,98	0,5	0,72	0,86	0,5	0,42	0,45	0,72	0,7				3,66			0,6
														4,06			0,8
4)	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	Σ [g]	0,674		4,42			0,9
mpr [g]	50,02	50,01	50,05	50,01	50,03	50,05	50,03	50	50,03	50,01				4,29			0,6
mpo [g]	49,59	48,72	49,42	49,08	49,32	49,39	49,41	49,53	49,59	49,45				4,27			0,9
mv [g]	0,43	1,29	0,63	0,93	0,71	0,66	0,62	0,47	0,44	0,56				4,75			0,4
														4,58			0,2

## Cieľ práce

Návrh metodiky na stanovenie fugitívnych emisií tuhých znečisťujúcich látok v drevospracujúcom priemysle.



**Technický výpočet** emisného faktora tuhých znečisťujúcich látok pre uskladnenie a manipuláciu sypkej drevnej hmoty na skladoch bol vypočítaný z údajov drevospracujúceho podniku [3]. Technický výpočet emisného faktora fugitívnej emisie FgETZL [1] pozostáva z výpočtu hmotnosti sušiny mokrej frakcie piliny s rozmermi pod 100 µm vztiahnutej na m3 uskladňovanej drevnej zmesi na sklade MTZL a stanovenia neistoty technického výpočtu absolútnej hodnoty neistoty stanovenia hmotnosti frakcie technickým výpočtom UTZL. Druh a spotreba drevnej hmoty na vybranom sklade drevospracujúceho podniku sú uvedené v tabuľke č.1. Zastúpenie spracúvaných drevín v podniku a ich percentuálne zastúpenie vyjadruje tabuľka č.2. V tabuľke č.3. je redukovaná hustota dreva vybraných drevín. Na výpočet emisnej veličiny fugitívnej emisie FgETZL použijeme vzťah (1) a hodnoty uvedené v tabuľkách č.1, č.2 a č.3. V tabuľke č.4 je prehľad hmotnosti fugitívnych emisií z drevín používaných vo výrobnom procese drevospracujúceho podniku.

Vstupné suroviny a materiály	Maximálna spotreba	
	ročná (m <sup>3</sup> /rok)	hodinová (m <sup>3</sup> /rok)
<b>Drevoláknitá hmota</b>		
Vláknité a ostatné priemyselné drevo	98 000	12,8
Štiepky	49 000	6,4
Piliny	19 600	2,6
Kusový odpad z drevospracujúceho podniku	29 400	3,8
Spolu	196 000	25,6

Drevina	Hmotnosť (kg/rok)
Ihličnaté: borovica, smrek, prevažne borovica	98 166,6
Mäkké listnáče: topoľ, osika, vrba, lipa, jelša	3 611,44
Tvrde listnáče: buk, hrab, jaseň, javor, breza	9 436,4592
Fugitívne emisie spolu	111 214,4992

$$FgETZL = \rho_{red} * 0,31 * \frac{0,44}{100} * (1 + \frac{16,63}{100})$$

$$FgETZL = \rho_{red} * 0,00159 [kg.m_{pr}^{-3}]$$

$$FgETZL = M_{TZL} + U_{TZL} [kg.m_{pr}^{-3}]$$

$$M_{TZL} = \rho_{red} * k_p * \frac{f_{a \leq 100}}{100} \quad U_{TZL} = M_{TZL} * \frac{rel U_{TZL}}{100}$$

$$FgETZL = \rho_{red} * k_p * \frac{f_{a \leq 100}}{100} * (1 + \frac{rel U_{TZL}}{100}) [kg.m_{pr}^{-3}] \quad (1)$$

Drevina	$\rho_{red} [kg.m_{pr}^{-3}]$
smrek/jedľa	410
borovica/smrekovec	450
buk	630
javor	587
jaseň	617
hrab	639
breza	555
brest	507
topoľ/osika/vrba	425
jelša	485
lipa	442
dub	608
agát	640

Pomocou mikroskopickéj analýzy drevnej zmesi sme určili najčastejší tvar častíc, ide o laminárny tvar, za ním nasleduje fibrilárny tvar častíc, ktorého najčastejší výskyt bol pri hrubších frakciách piliny a izomertické zrná sa vyskytovali pri jemných frakciách.

Modelovaním sedimentačnej situácie na otvorenom sklade drevného materiálu sme zistili, že pri pôsobení priemernou rýchlosťou prúdenia 4 m.s<sup>-1</sup> v rôznych polohách, vid' obrázok s prírubami, nám za čas 60sekúnd rozptýlilo a nasedimentovalo 0,5g drevnej zmesi na 1m<sup>2</sup>. Z toho vyplýva, že za rok sedimentuje na 1m<sup>2</sup> presne 262,8kg drevných častíc.

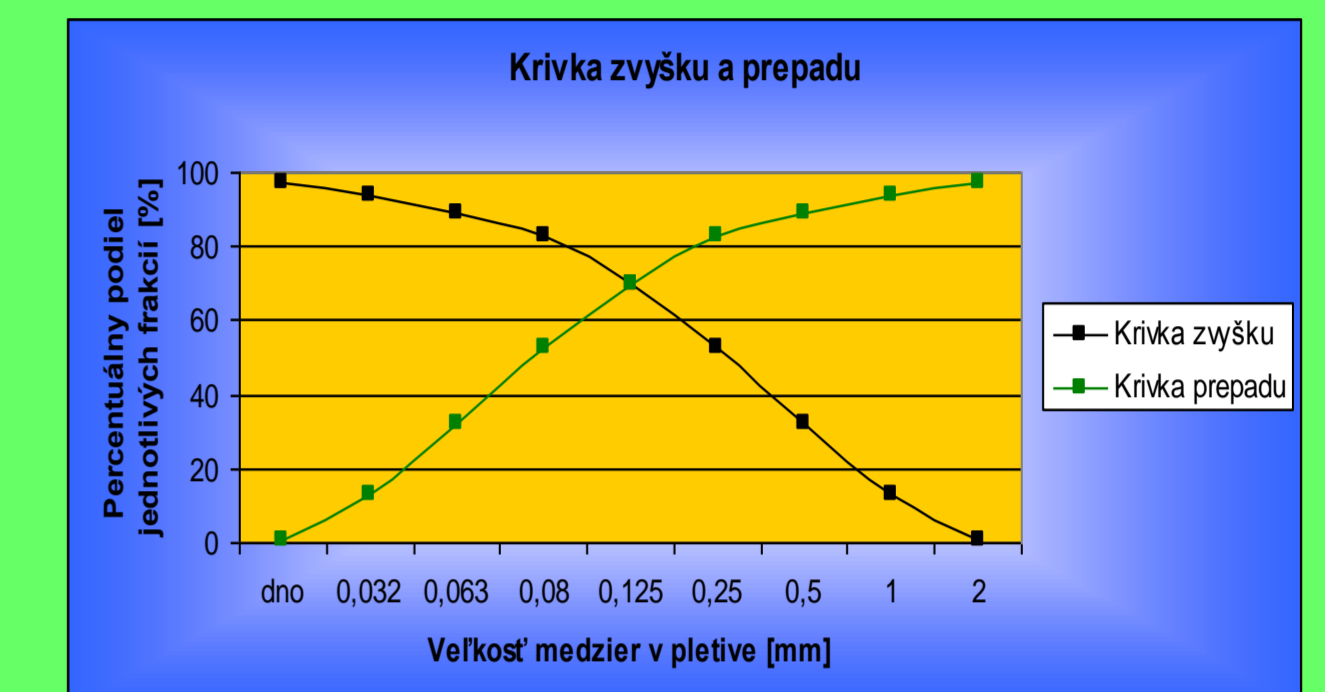
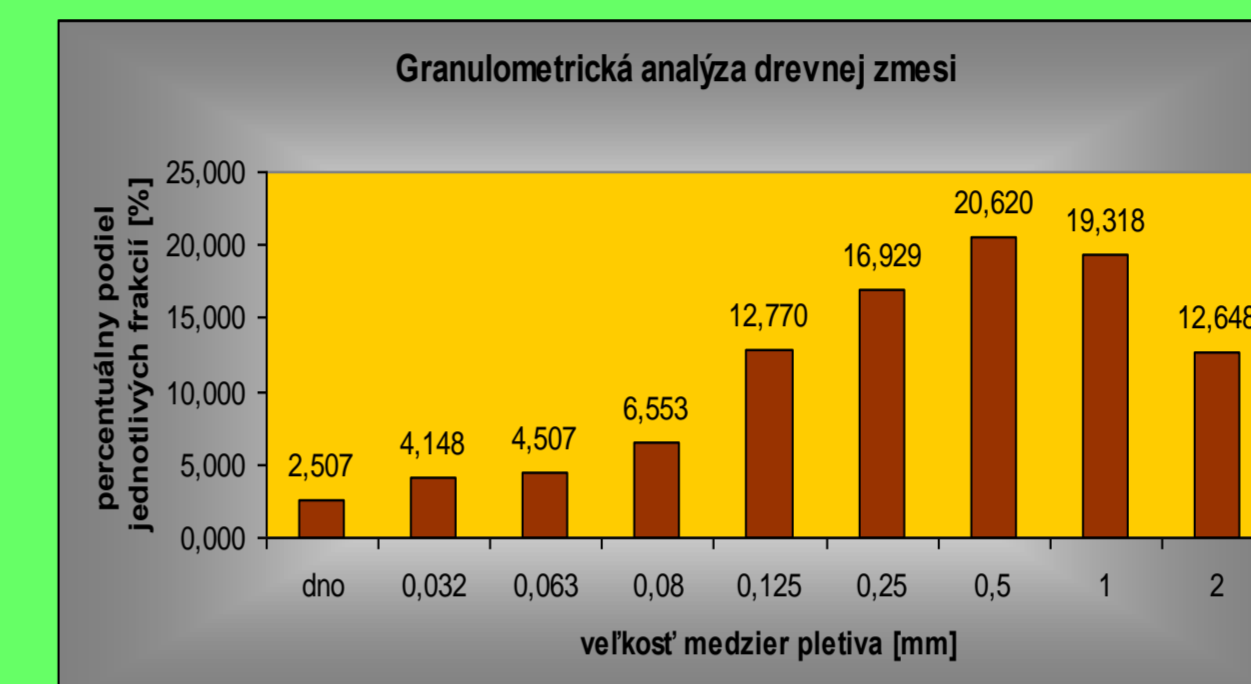
Výstupom granulometrickej analýzy je graf, ktorý vyjadruje percentuálny podiel jednotlivých frakcií v analyzovanej vzorke drevnej zmesi. Na základe toho vieme, že najväčšie zastúpenie vo vzorke mala frakcia s veľkosťou medzery v pletive 500µm a najmenšie zastúpenie frakcia pod 32µm, čiže prepad. Na základe toho môžeme povedať, že z 1000g drevnej zmesi sa môže stať fugitívnu emisiou okolo 300g drevného materiálu, pretože sa predpokladá, že drevné častice ktoré sa stávajú fugitívnu emisiou, sú s rozmerom zrn pod 100 µm [2] [4]. V ďalšom grafe je vynesená krivka zvyšku, ktorá vyjadruje závislosť pomernej hmotnosti väčších zrn v analyzovanej vzorke a krivka prepadu, ktorá vyjadruje závislosť pomernej hmotnosti menších zrn v analyzovanej vzorke. Výsledkom technického výpočtu emisného faktora je tabuľka č.4, kde výsledná hmotnosť fugitívnych emisií vypočítaná v drevospracujúcom podniku bola 111214,5kg za rok.

**Záver** Na základe technického výpočtu a sedimentačného modelovania, vieme určiť, koľko fugitívnych emisií tuhých znečisťujúcich látok drevospracujúci podnik produkuje, čiže z možných 111214,5kg fugitívnych emisií určitá časť sedimentuje, podľa modelovania je to 262,8kg. Preto možno povedať, že drevospracujúci podnik z ktorého údaje sme na výpočet použili vyprodukuje 110951,7kg za rok.

**Literatúra** [1] Dzurenda, L. a Ladomerský, J., 2007 Návrh modelu výpočtu pre stanovenie emisného faktora tuhých znečisťujúcich látok pre uskladovanie mokrej piliny na sklade In: Ochrana ovzdušia - zborník Vysoké Tatry 26. - 28. 11. 2007, p. 137-141, [2] Hejma, J. at al., 1981 Vzduchotechnika v drevospracovávajícím průmyslu, Praha, SNTL, 398 s., [3] Materiály drevospracujúceho podniku, [4] Vlčková, H., 2008 Štúdium fugitívnych emisií s antropogénnych zdrojov znečistenia ovzdušia, Zvolen, 59s.

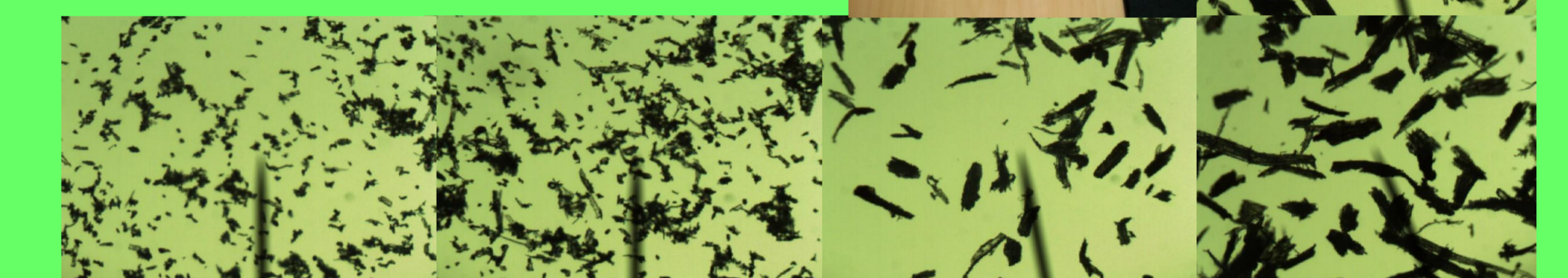
## Použitá metodika

Na stanovenie veľkosti a tvaru častíc v drevnej zmesi bola použitá granulometrická a mikroskopická analýza. Emisný faktor fugitívnych emisií tuhých znečisťujúcich látok určíme technickým výpočtom a konečné množstvo fugitívnych emisií vypočítame za pomoci modelovania sedimentačnej schopnosti drevného materiálu.



## Mikroskopická analýza

bola vytvorená nasnímaním tvaru častíc pomocou mikroskopu SM1 z ktorého bol obraz prenášaný pomocou kamery MoticCam 1000 grafickým softvérom Motic Images Plus 2.0



Kde: M<sub>TZL</sub> – hmotnosť sušiny úletu jemnej frakcie piliny vztiahnutej na 1m<sup>3</sup> uskladňovaného množstva piliny na sklade [kg.m<sub>pr</sub><sup>-3</sup>].

U<sub>TZL</sub> – absolútna hodnota neistoty stanovenia hmotnosti úletu jemnej frakcie piliny technickým výpočtom na hranici konvenčnej štatistickej spoľahlivosti 95% [kg.m<sub>pr</sub><sup>-3</sup>].

$\rho_{red}$  – redukovaná hustota dreva danej dreviny [kg.m<sub>m</sub><sup>-3</sup>], jednotlivé hodnoty drevín sú uvedené v tabuľke č. 3.

k<sub>p</sub> – objemová koncentrácia mokrej uskladňovanej piliny [m<sub>m</sub><sup>3</sup>.m<sub>pr</sub><sup>-3</sup>] Hodnota objemovej koncentrácie piliny podľa mnohých autorov uvedených v práci DZURENDU a LADOMERSKÉHO (2007) je v intervale: k<sub>p</sub> = 0,29 – 0,33, priemerná hodnota k<sub>p</sub> = 0,31

f<sub>a<100</sub> – percentuálne zastúpenie frakcie s rozmermi pod 100 µm v uskladňovanej piline [%], f<sub>a<100</sub> = 0,44 [%]

relU<sub>TZL</sub> – hodnota relatívnej rozšírenej neistoty technického výpočtu na hranici konvenčnej štatistickej spoľahlivosti 95% [%],

relU<sub>TZL</sub> = 16,63%.

## Výsledky