

Příloha 3

Experiment – výběr matric

Obsah

1. ÚVOD	3
2. POPIS APARATURY VAPS (I)	4
3. PARAMETRY ODBĚRU A	7
3.1. VAPS (I) – 1	7
3.2. VAPS (I) – 2	8
3.3. VAPS (I) – 3	9
4. PARAMETRY ODBĚRU B	10
4.1. VAPS (I) – 1	10
4.2. VAPS (I) – 2	11
4.3. VAPS (I) – 3	12
5. VYHODNOCENÍ.....	13
6. FOTODOKUMENTACE.....	14
6.1. APARATURA VAPS (I).....	14
6.2. FILTRY PO EXPOZICI – ODBĚR A	15
6.3. FILTRY PO EXPOZICI – ODBĚR B	16
7. ZÁVĚR	17

1. Úvod

Pro účely emisních podpisů zdrojů, pro které bude v následujících etapách projektu využita emisní modifikace aparatury VAPS (E), byla provedena série experimentů, vedoucích k výběru nejvhodnější matrice pro záchyt jemných frakcí prachu a následné laboratorní analýzy na skupiny sledovaných znečišťujících látek. Z pohledu následných analýz byly definovány jasné požadavky na vlastnosti použitých filtrů, provedené experimenty měli za cíl ověřit, že tyto filtry jsou dostačující i z pohledu gravimetrického vyšetření odebraných vzorků.

Pro tyto účely byly paralelně nasazeny tři aparatury VAPS (I) pro tzv. párové měření, které byly osazeny vždy třemi filtry v následujícím složení:

- VAPS (I) – 1
 - větev PM_{2,5} – sklovlákno TESO
 - větev PM₁₀ – sklovlákno TESO
 - větev PM_{2,5} – sklovlákno TESO
 - aparatura VAPS (I) – 1 byla využita jako referenční, výsledky na dalších dvou aparaturách byly s touto porovnány a vyhodnoceny. Parametry použitých sklovláknových filtrů (TESO) jsou zpracovateli důkladně známy a výsledky získané gravimetrickým vyšetřením těchto filtrů byly tedy považovány za správné
- VAPS (I) – 2
 - větev PM_{2,5} – sklovlákno TESO
 - větev PM₁₀ – sklovlákno TESO
 - větev PM_{2,5} – testovaný filtr 1
- VAPS (I) – 3
 - větev PM_{2,5} – sklovlákno TESO
 - větev PM₁₀ – sklovlákno TESO
 - větev PM_{2,5} – testovaný filtr 2

Aparatury byly umístěny v prostorách firmy TESO Praha a.s. v takovém uspořádání, aby odběrové hlavice byly umístěny v optimální poloze s hledem na odběr shodného vzorku okolního ovzduší a tak, aby se zabránilo jejich případnému ovlivňování (viz. obrázek 5).

Provedeny byly dva následné párové odběry vždy třemi aparaturami VAPS (I) při kterém byly porovnány vlastnosti 4 sledovaných filtrů s vlastnostmi sklovláknových filtrů TESO, které byly pro účely experimentu považovány za referenční.

Testovány byly filtry:

- milipore s porozitou 0,8 μm
- milipore s porozitou 1,2 μm
- quartz filtr ČHMÚ
- sklovlákno ČHMÚ

2. Popis aparatury VAPS (I)

Univerzální vzorkovač znečištění venkovního vzduchu - VAPS



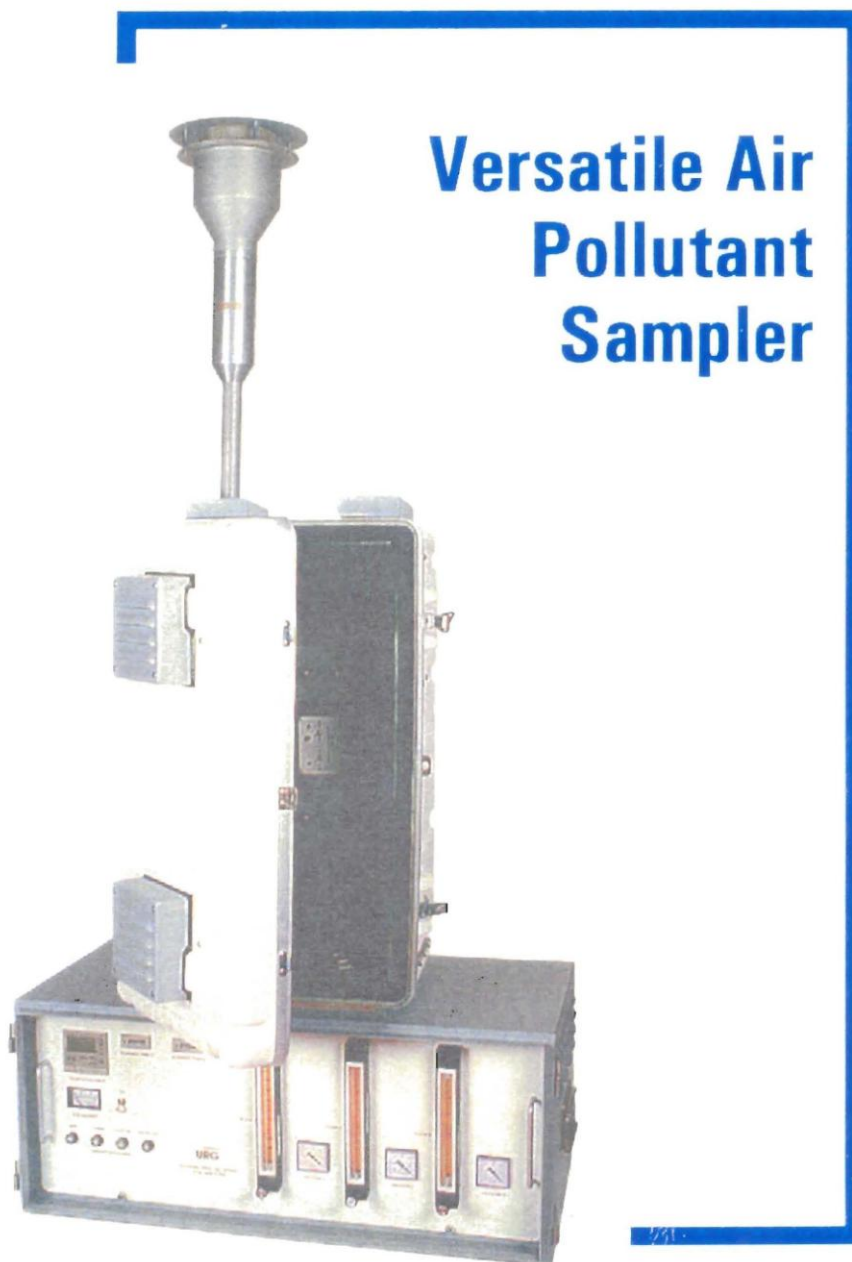
VAPS je sestaven ze součástí umožňujících současné odběry pro analytické stanovení různých parametrů znečištěného venkovního vzduchu.

Znečištěný vzduch v množství cca 32 l za minutu je nasáván hlavicí vybavenou dešťovým krytem potaženým teflonem. Tato hlavice je areodynamicky upravena pro třídění částic, hranice třídění je blízká hydraulického průměru částic 10 mikrometrů. Vzduch dále prochází hlavní tělem vzorkovače, které je vyrobeno z hliníku a rovněž potaženo teflonem. Vzduch do něj vstupuje přes kónickou urychlovací trysku, kde jsou odděleny částice s hydraulickým průměrem okolo 2,5 mikrometrů a je rozdělen do tří dílčích proudů, každý proud je zpracováván odlišným systémem.

Vstup odběrové hlavice PM 10 je konstruován tak aby odděloval částice s průměrem větším než 10 mikrometrů, zatímco částice menší než 10 mikrometrů kvantitativně vede do virtuálního impaktoru, kde prochází druhou urychlovací tryskou umístěnou před expanzním prostorem filtrového držáku. Centrální proud je odebírán v množství 2 l/min, hrubé částice procházejí beze změny směru proudění hlavním tělesem vzorkovače a jsou zachyceny na filtru hrubých částic. Tento virtuální impaktor, je ověřený US EPA pro měření v kombinaci s použitým vstupem PM 10.

Zbývajících 30 l/min je rozděleno na dva stejné proudy, které procházejí levým a pravým zachycovačem. Jemné částice s hydraulickým průměrem menším než 2,5 mikrometrů sledují dráhu obou dílčích proudů plynu (15 l/min) a jsou podrobeny zpracování v těchto větvích. Všechny části vzorkovače přicházející do styku s odebíraným vzduchem jsou potaženy teflonem.

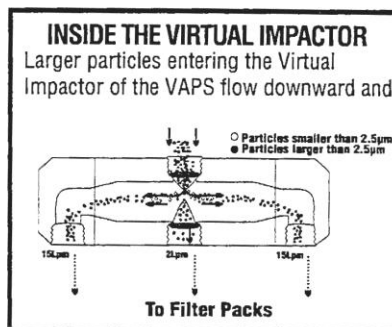
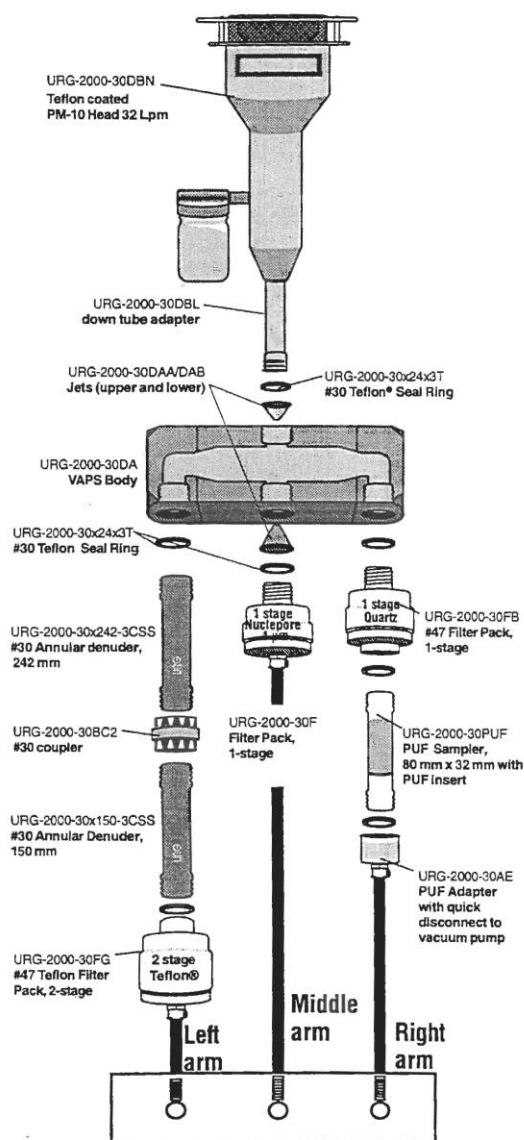
VAPS je instalován v boxu, který je teplotně stabilizován s cirkulací vzduchu pro teplotu. Odběrový systém obsahuje tři samostatná čerpadla, každé z nich má samostatný rotametr s regulačním ventilem pro kontrolu nastaveného průtoku a tlakoměr pro kontrolu expozice filtru. Výstup každého čerpadla je zaveden do vlastního testovaného suchého plynoměru, který slouží pro stanovení celkového objemu odebraného vzduchu. Začátek a konec odběru je řízen automatickým časovačem.



Samplers



Model: URG-3000K Versatile Air Pollutant Sampler (VAPS)TM Internal Sampling Components



URG-2000-30DBN	VAPS PM-10 Inlet; 32 Lpm, 10 µm cut
URG-2000-30x24x3T	#30 Teflon Seal Ring
URG-2000-30DAA	Upper Jet
URG-2000-30DAB	Lower Jet
URG-2000-30DA	VAPS Body
URG-2000-30x150-3CSS	#30 Annular Denuder, multi-channel, stainless steel, 150 mm Coat with: Na ₂ CO ₃ ; Collects: SO ₂ , HNO ₃ , HCl Analysis: IC, colorimeter autoanalysis, selective electrodes
URG-2000-30x242-3CSS (Optional Denuders)	#30 Annular Denuder, multi-channel, stainless steel, 242 mm Coat with: citric acid; Collects: NH ₃ Analysis: IC, colorimeter autoanalysis
URG-2000-30BC2	#30 Coupler with Seal Ring (to connect multiple denuders)
URG-2000-30F	#47 @Teflon Filter Pack, 1-stage Collects: coarse particles Analysis: SEM (Scanning Electron Microscopy)
URG-2000-30FG	#47 @Teflon Filter Pack, 2-stage Collects: Fine particles, mass, H+, elemental composition, trace elements Analysis: XRF (X-ray fluorescence), INAA (instrumental neutron activation analysis), Atomic absorption and ICP instrumentation
URG-2000-30FB	#47 @Teflon Filter Pack, 1-stage quartz with adapter for PUF Collects: fine particles, inorganic anion concentration, acidity, particulate PAH's elemental carbon Analysis: XRF, SEM (Scanning Electron Microscopy)
URG-2000-30PUF	Puf Sampler, 80mm x 32mm with PUF insert and two @Teflon caps Collects: semi-volatile and condensable organic Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAH's) Analysis: High pressure liquid chromatographic and gas chromatographic-mass spectrometry, GC/FID or GC/ECD
URG-2000-30AE	PUF Adapter with quick disconnect to vacuum pump
URG-2000-CF1	Quick disconnect, Chrome Fitting

116 S. Merritt Mill Road Chapel Hill, N.C. 27516
Phone (919)942-2753 Fax (919)942-3522 email URGCorp@compuserve.com

63 • URG

3. Parametry odběru A

3.1. VAPS (I) – 1

Větev 1	Větev 2	Větev 3	Parametr	Jednotka
A334	A335	A336	filtr	-
sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	typ filtru	-
0,13	0,12735	0,1302	m_o	g
0,1333	0,12835	0,13365	m_1	g
3,3	1	3,45	navážka	mg
4907,088	1025,328	4989,116	V_1	m^3
5123,894	1068,625	5206,560	V_2	m^3
216,806	43,297	217,444	ΔV	m^3
194,069	38,757	194,640	ΔV_N	m^3
25,0	25,0	25,0	$t_{\text{plynoměru}}$	$^{\circ}\text{C}$
99 000	99 000	99 000	p_{ATM}	Pa
19.10.2008 14:30	19.10.2008 14:30	19.10.2008 14:30	čas start	-
29.10.2008 9:37	29.10.2008 9:37	29.10.2008 9:37	čas stop	-
235:07:00	235:07:00	235:07:00	Δt	hh:mm:ss
846420	846420	846420	Δt	s
14107	14107	14107	Δt	min
15	3	15	teor průtok	l/min
211,60	42,32	211,60	teor. průtok	$m^3/\text{odběr}$
0,98	0,98	0,97	poměr teor/skut průtok	-
PM_{2,5}	PM₁₀	PM_{2,5}	Koncentrace	
15,22	23,10	15,87	Efektivní	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
17,00	25,80	17,73	Normální podmínky (0 $^{\circ}\text{C}$, 101235 Pa)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.2. VAPS (I) – 2

V_1	V_2	V_3	Parametr	Jednotka
A332	A333	C1	filtr	-
sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	milipore 0,8 μm	typ filtru	-
0,12855	0,12675	0,07	m_0	mg
0,1315	0,1276	0,07375	m_1	mg
2,95	0,85	3,75	navážka	mg
2140,563	351,204	1861,817	V_1	m^3
2342,693	397,159	2059,485	V_2	m^3
202,130	45,955	197,668	ΔV	m^3
180,932	41,136	176,938	ΔV_N	m^3
25,0	25,0	25,0	$t_{\text{plynoměru}}$	$^{\circ}\text{C}$
99 000	99 000	99 000	p_{ATM}	Pa
19.10.2008 14:30	19.10.2008 14:30	19.10.2008 14:30	čas start	-
29.10.2008 9:37	29.10.2008 9:37	29.10.2008 9:37	čas stop	-
235:07:00	235:07:00	235:07:00	Δt	hh:mm:ss
846420	846420	846420	Δt	s
14107	14107	14107	Δt	min
15	3	15	teor průtok	l/min
211,60	42,32	211,60	teor. průtok	$\text{m}^3/\text{odběr}$
1,05	0,92	1,07	poměr teor/skut průtok	
PM_{2,5}	PM₁₀	PM_{2,5}	Koncentrace	
14,59	18,50	18,97	Efektivní	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
16,30	20,66	21,19	Normální podmínky (0 $^{\circ}\text{C}$, 101235 Pa)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.3. VAPS (I) – 3

V_1	V_2	V_3	Parametr	Jednotka
A330	A331	M1	filtr	-
sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	milipore 1,2 μm	typ filtru	-
0,1312	0,13015	0,06655	m_0	mg
0,1345	0,13075	0,07015	m_1	mg
3,3	0,6	3,6	navážka	mg
1164,233	8,255	874,208	V_1	m^3
1377,375	42,363	1081,447	V_2	m^3
213,142	34,108	207,239	ΔV	m^3
190,789	30,531	185,505	ΔV_N	m^3
25,0	25,0	25,0	$t_{\text{plynoměru}}$	$^{\circ}\text{C}$
99 000	99 000	99 000	p_{ATM}	Pa
19.10.2008 14:30	19.10.2008 14:30	19.10.2008 14:30	čas start	-
29.10.2008 9:37	29.10.2008 9:37	29.10.2008 9:37	čas stop	-
235:07:00	235:07:00	235:07:00	Δt	hh:mm:ss
846420	846420	846420	Δt	s
14107	14107	14107	Δt	min
15	3	15	teor průtok	l/min
211,60	42,32	211,60	teor. průtok	$\text{m}^3/\text{odběr}$
0,99	1,24	1,02	poměr teor/skut průtok	
PM_{2,5}	PM₁₀	PM_{2,5}	Koncentrace	
15,48	17,59	17,37	Efektivní	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
17,30	19,65	19,41	Normální podmínky (0 $^{\circ}\text{C}$, 101235 Pa)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

4. Parametry odběru B

4.1. VAPS (I) – 1

Větev 1	Větev 2	Větev 3	Parametr	Jednotka
A340	A343	A344	filtr	-
sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	typ filtru	-
0,13145	0,1307	0,12945	m_o	g
0,1346	0,1314	0,1327	m_1	g
3,15	0,7	3,25	navážka	mg
5123,895	1068,625	5206,560	V_1	m^3
5338,817	1111,551	5419,800	V_2	m^3
214,922	42,926	213,240	ΔV	m^3
192,383	38,424	190,877	ΔV_N	m^3
25,0	25,0	25,0	$t_{\text{plynoměru}}$	$^{\circ}\text{C}$
99 000	99 000	99 000	p_{ATM}	Pa
4.11.2008 10:43	4.11.2008 10:43	4.11.2008 10:43	čas start	-
14.11.2008 14:18	14.11.2008 14:18	14.11.2008 14:18	čas stop	-
243:35:00	243:35:00	243:35:00	Δt	hh:mm:ss
876900	876900	876900	Δt	s
14615	14615	14615	Δt	min
15	3	15	teor průtok	l/min
219,22	43,84	219,22	teor. průtok	$m^3/\text{odběr}$
1,02	1,02	1,03	poměr teor/skut průtok	-
PM_{2,5}	PM₁₀	PM_{2,5}	Koncentrace	
14,66	16,31	15,24	Efektivní	$\mu\text{g}/m^3$
16,37	18,22	17,03	Normální podmínky (0 $^{\circ}\text{C}$, 101235 Pa)	$\mu\text{g}/m^3$

4.2. VAPS (I) – 2

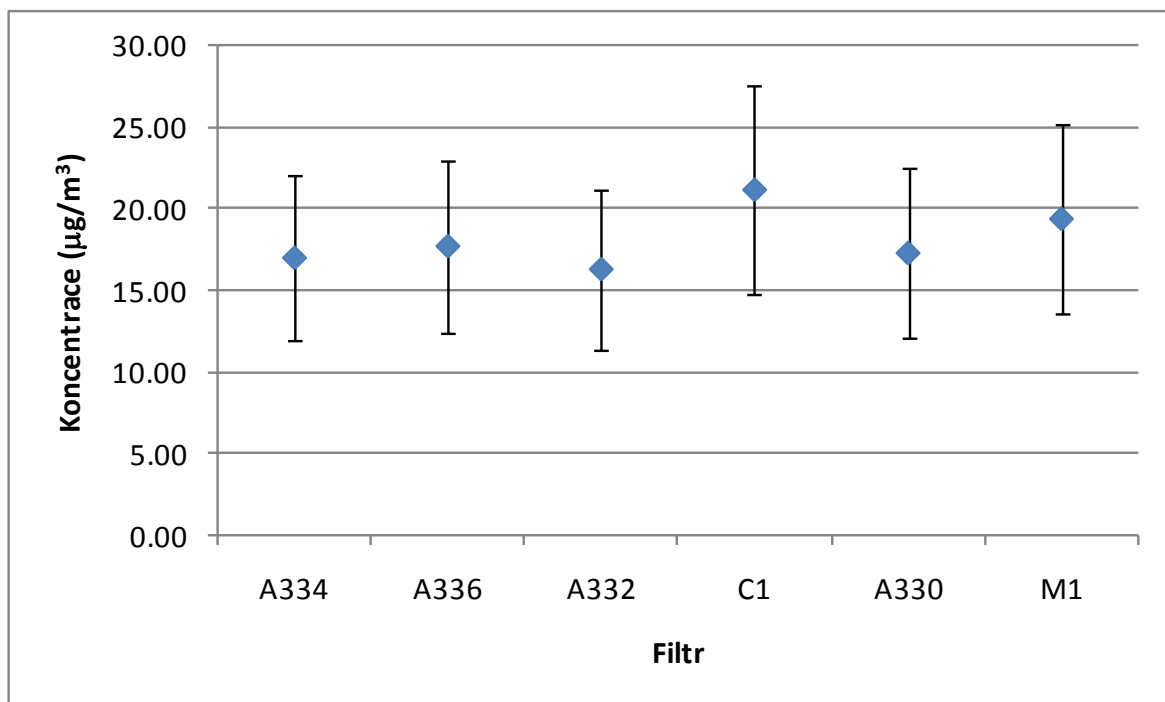
V_1	V_2	V_3	Parametr	Jednotka
A345	A346	Q2 ČHMÚ	filtr	-
sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	Quartz ČHMÚ	typ filtru	-
0,13135	0,13035	0,14654	m_0	mg
0,1343	0,131	0,14965	m_1	mg
2,95	0,65	3,11	navážka	mg
2342,693	397,159	2059,485	V_1	m^3
2543,944	442,125	2253,426	V_2	m^3
201,251	44,966	193,941	ΔV	m^3
180,145	40,250	173,602	ΔV_N	m^3
25,0	25,0	25,0	$t_{\text{plynoměru}}$	$^{\circ}\text{C}$
99 000	99 000	99 000	p_{ATM}	Pa
4.11.2008 10:43	4.11.2008 10:43	4.11.2008 10:43	čas start	-
14.11.2008 14:18	14.11.2008 14:18	14.11.2008 14:18	čas stop	-
243:35:00	243:35:00	243:35:00	Δt	hh:mm:ss
876900	876900	876900	Δt	s
14615	14615	14615	Δt	min
15	3	15	teor průtok	l/min
219,22	43,84	219,22	teor. průtok	$m^3/\text{odběr}$
1,09	0,98	1,13	poměr teor/skut průtok	
PM_{2,5}	PM₁₀	PM_{2,5}	Koncentrace	
14,66	14,46	16,04	Efektivní	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
16,38	16,15	17,91	Normální podmínky (0 $^{\circ}\text{C}$, 101235 Pa)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

4.3. VAPS (I) – 3

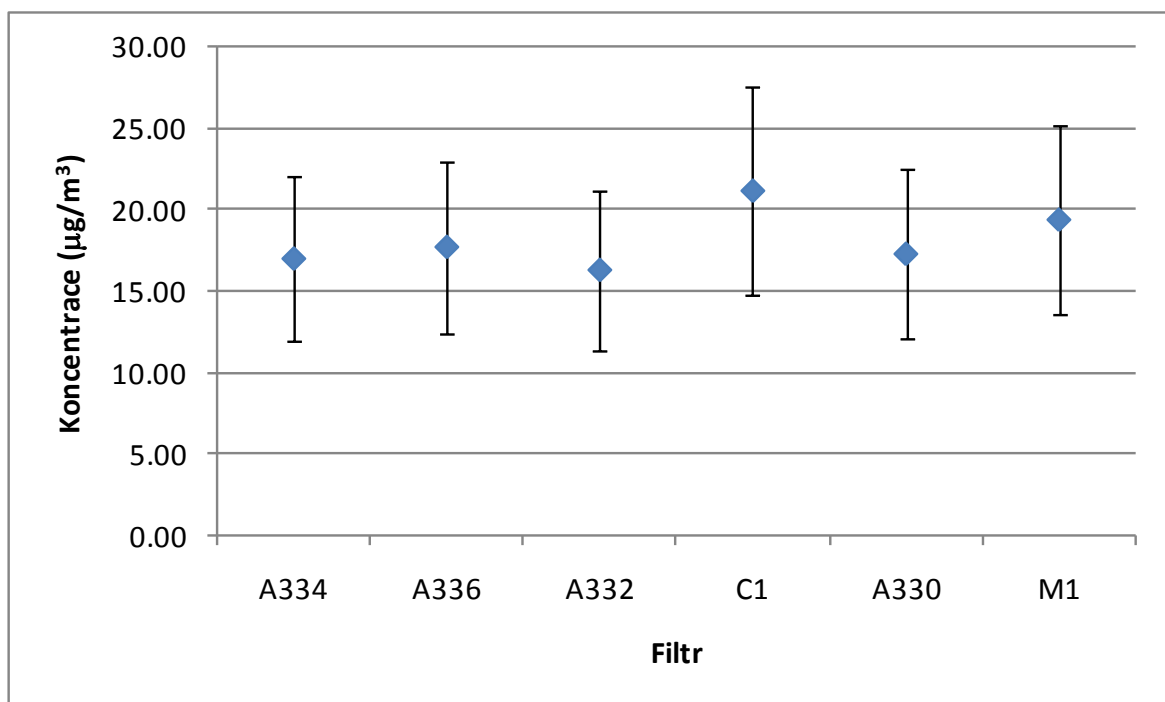
V_1	V_2	V_3	Parametr	Jednotka
A347	A348	A2 ČHMÚ	filtr	-
sklovlákno TESO	sklovlákno TESO	sklovlákno ČHMÚ	typ filtru	-
0,13025	0,13055	0,0919	m_0	mg
0,1333	0,13105	0,09445	m_1	mg
3,05	0,5	2,55	navážka	mg
1377,375	42,363	1081,447	V_1	m^3
1589,613	74,701	1295,749	V_2	m^3
212,238	32,338	214,302	ΔV	m^3
189,980	28,947	191,828	ΔV_N	m^3
25,0	25,0	25,0	$t_{\text{plynoměru}}$	$^{\circ}\text{C}$
99 000	99 000	99 000	p_{ATM}	Pa
4.11.2008 10:43	4.11.2008 10:43	4.11.2008 10:43	čas start	-
14.11.2008 14:18	14.11.2008 14:18	14.11.2008 14:18	čas stop	-
243:35:00	243:35:00	243:35:00	Δt	hh:mm:ss
876900	876900	876900	Δt	s
14615	14615	14615	Δt	min
15	3	15	teor průtok	l/min
219,22	43,84	219,22	teor. průtok	$m^3/\text{odběr}$
1,03	1,36	1,02	poměr teor/skut průtok	
PM_{2,5}	PM₁₀	PM_{2,5}	Koncentrace	
14,37	15,46	11,90	Efektivní	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
16,05	17,27	13,29	Normální podmínky (0 $^{\circ}\text{C}$, 101235 Pa)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

5. Vyhodnocení (větev PM_{2,5})

Obrázek 1 - Naměřené koncentrace (odběr A)



Obrázek 2 - Naměřené koncentrace (odběr B)



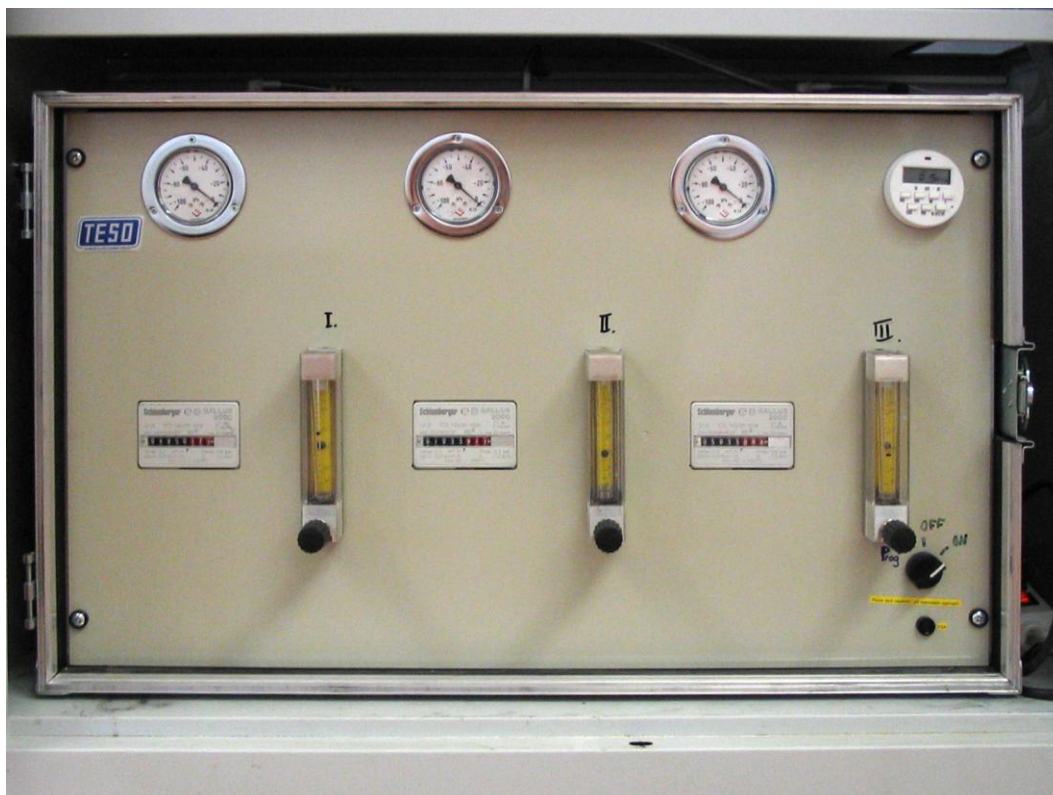
6. Fotodokumentace

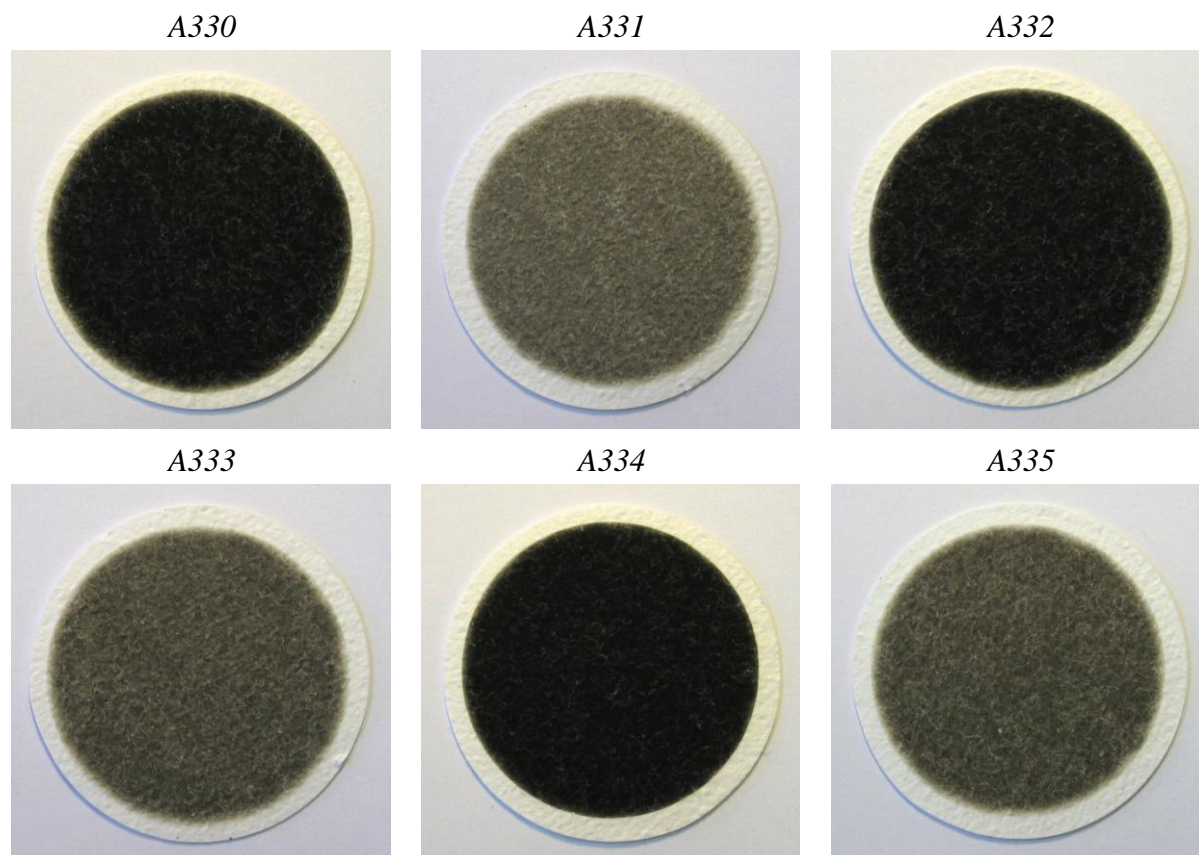
6.1. Aparatura VAPS (I)

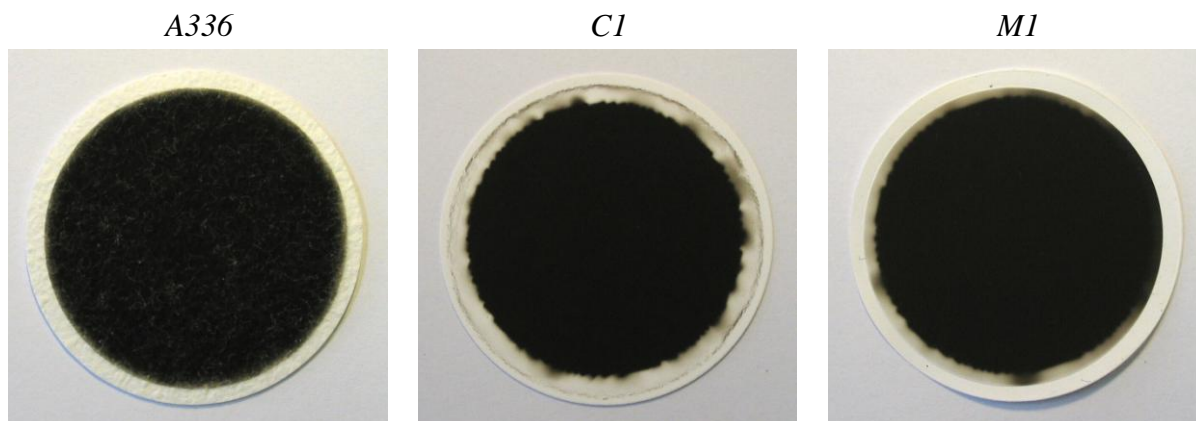
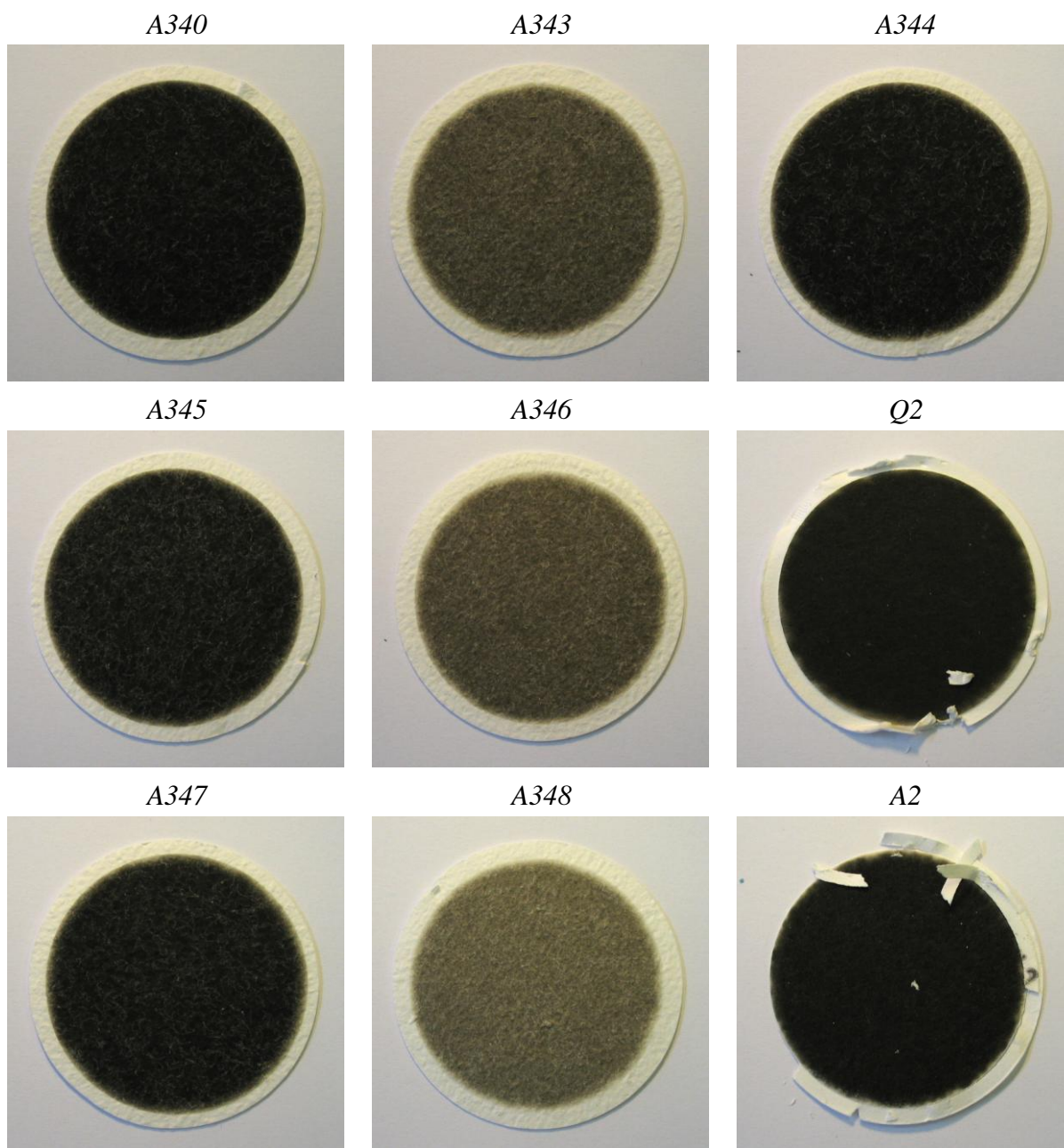
Obrázek 3 - Třídící část



Obrázek 4 - Odběrový modul



Obrázek 5 - Uspořádání tří aparatur VAPS (I) při párovém měření**6.2. Filtry po expozici – odběr A**

**6.3. Filtry po expozici – odběr B**

7. Závěr

S přihlédnutím k v předcházejícím textu prezentovaným výsledkům a s ohledem na požadavky na použité matrice ve vztahu na následné laboratorní analýzy (PAH, TK, OC/EC) byly pro emisní podpisy zdrojů aparaturou VAPS (E) vybrány následující matrice:

- větev 1 (záchyt $PM_{2,5}$) – následná analýza TK – matrice celulozový filtr milipore 1,2 μm
- větev 2 (záchyt $PM_{2,5}$) – následná analýza PAH a OC/EC – matrice filtr Quartz ČHMÚ
- větev 3 (záchyt PM_{10}) – matrice filtr sklovlákno TESO

Uvedené filtry prokázaly schopnost gravimetrického vyšetření, s ohledem na navazující analýzy jsou vybrané typy filtrů optimální, z dvojice celulozových filtrů o porozitě 0,8 μm a 1,2 μm byl vybrán filtr s porozitou 1,2 μm , filtr s porozitou 0,8 μm vykazuje dle informací ČHMÚ problémy při měření při vyšších vlhkostech prosávané vzdušiny.