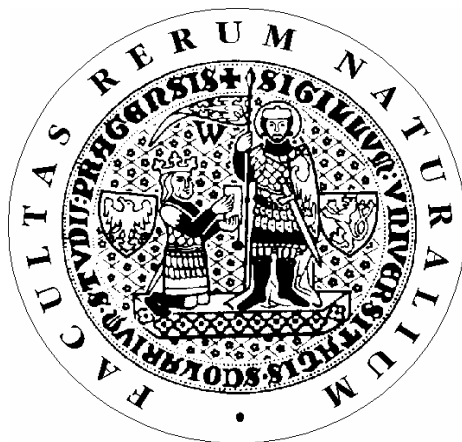


Univerzita Karlova v Praze  
Přírodovědecká fakulta  
Ústav pro životní prostředí



Diplomová práce

**Jemný a hrubý aerosol v ovzduší studentského klubu:  
porovnání před a po zákazu kouření**

Autor: Tereza Valchářová

Vedoucí práce: RNDr. Jan Hovorka, Ph.D.

Květen 2010

## ***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s využitím uvedené literatury a informací, na něž odkazuji. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré (i přejaté) informace budou řádně citovány.

V Praze dne 3.května 2010

## *Poděkování*

Ráda bych poděkovala především vedoucímu práce panu RNDr. Janu Hovorkovi, Ph.D., za odborné vedení, konzultace, věcné a cenné připomínky k této práci. Dále děkuji panu Prof. RNDr. Martinovi Branišovi, CSc. také za cenné rady. Také děkuji RNDr. Ivě Hůnové, CSc. za poskytnutí užitečných vědomostí na přednáškách a cvičeních, týkajících se této problematiky.

Je třeba také poděkovat majiteli Mrtvé Ryby, panu Ondřeji Tomanovi, díky kterému tato práce vůbec mohla vzniknout. Také děkuji Pavlovi Gadasovi za možnost využití jeho dat, která sloužila ke srovnání.

Děkuji mé rodině a přátelům, za poskytnuté zázemí a psychickou podporu při studiu i psaní této práce.

## ***Abstrakt***

Tato práce měla za úkol zjistit jestli a jak se změnil parametr vnitřního prostředí ve studentském klubu „Mrtvá Ryba“, tedy atmosférický aerosol o velikosti částic od 0,524 do 20 mikrometrů. Práce se snaží o zmapování vnitřního nekuřáckého prostředí a jeho porovnání s kuřáckým prostředím.

Práce popisuje koncentrace  $PM_1$  a  $PM_{10}$ , a jejich denní chod. Koncentrace byly naměřeny přístrojem APS (Aerodynamic particle sizer). Prvním krokem bylo měření v nekuřáckém studentském baru, následovalo zpracování získaných informací, a to v programech CoPlot, CoStat, a Excel, kde byla vypracována statistika, a nakonec porovnání s hodnotami naměřenými za doby, kdy se ještě ve studentském klubu kouřilo. Ke srovnání byly použity párové t-testy a lineární regrese. Výsledek potvrdil, to, co jsme předpokládali, tedy hodnoty koncentrací se od sebe výrazně liší.

Průměrná koncentrace všech naměřených dní (šest) z kuřácké kampaně byla u  $PM_1$   $13,28 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a u  $PM_{10}$   $23,38 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Průměrná koncentrace všech naměřených dní nekuřácké kampaně (třicet šest) byla u  $PM_1$   $4,88 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a u  $PM_{10}$   $24,61 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Výsledná koncentrace aerosolových částic byla jednoznačně nižší za nekuřáckého období než za kuřáckého. Znečištění vnitřního ovzduší je ovlivňováno mnoha faktory. Nejdůležitějšími jsou přítomnost osob a jejich počet, koncentrace venkovního ovzduší, větrání, jeho způsob a intenzita, hoření svíčky, používání kamen, apod. Při zvýšení počtu osob v baru průměrně o dvanáct návštěvníků, se zvýšila koncentrace částic  $PM_{10}$  o 28 %. Jeden člověk přispěje za jednu hodinu k hrubému aerosolu  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Ze získaných dat a informací byl určen tzv. odhad přírůstku způsobeného kouřením, jehož koncentrace je  $8,95 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Zákaz kouření v restauracích, barech, klubech a kavárnách je velkým a významným krokem správným směrem.

## ***Abstract***

This master thesis was tasked to find out how the parameter of interior atmosphere changes at student's club „Mrtvá Ryba“, that means atmospheric aerosols sized from 0,524 to 20 micrometers. This work tries to show indoor aerosols before and after the smoking ban and its comparison.

This work describes concentrations  $PM_1$  and  $PM_{10}$ , and their behavior per day. Concentrations was measured by APS (Aerodynamic particle sizer). The measurement was the first step in the non-smoking club, then processing with retrieved informations in CoPlot, CoStat and Excel, where the statistical method has done, and comparison with previous values. T-tests was used for statistics and linear regression. The result confirms, what was it supposed to, so concentracion values are significantly different.

The average concentration of all measured days (six) of smoking campaign was at  $PM_1$   $13,28 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  and at  $PM_{10}$   $23,38 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . The average concentration of all measured days (thirty six) of non-smoking campaign was at  $PM_1$   $4,88 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  and at  $PM_{10}$   $24,61 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Resulting concentration of aerosol particles was explicitly lower at non-smoking period than at smoking period. Contamination of interior enviroment is influenced by many factors. The most important factor is presence of persons and their number, concentration of outdoor environment, ventilation, its way and intensity, burning of candle, using of stoves, etc. Concentration of  $PM_{10}$  had increased for 28 % after coming twelve guests. One person produces coarse aerosol  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . From gained data and informations was determinated so called estimation of addition bringing smoke, its concentration was  $8,95 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . The ban of smoking at the restaurants, bars, and clubs is big and important move in correct way.

## **Obsah:**

<b>1. Úvod</b>	7
<i>1.1 Cíle práce</i>	10
<b>2. Atmosférické aerosoly</b>	11
<i>2.1 Definice atmosférického aerosolu</i>	11
<i>2.2 Zdroje a složení aerosolu</i>	11
<i>2.3 Vlivy aerosolu</i>	13
<i>2.4 Historie studia aerosolů</i>	14
<i>2.5 Tabákový kouř</i>	14
<i>2.6 Limity</i>	15
<b>3. Metodika</b>	17
<i>3.1 Lokalita studentského baru „Mrtvá Ryba“</i>	17
<i>3.2 Použitý měřicí přístroj</i>	20
<i>3.3 Stanovení dalších parametrů – deník</i>	21
<i>3.4 Zpracování dat</i>	21
<b>4. Výsledky</b>	22
<i>4.1 Koncentrace <math>PM_1</math> a <math>PM_{10}</math></i>	22
<i>4.1.1 Průměrné denní koncentrace kuřácké kampaně</i>	23
<i>4.1.2 Průměrné denní koncentrace kuřácké kampaně</i>	23
<i>4.2 Rozdíly velikostních distribucí jednotlivých dní</i>	24
<i>4.3 Regresní analýza</i>	33
<b>5. Diskuze</b>	36
<b>6. Závěr</b>	40
<b>7. Použitá literatura</b>	42
<b>8. Grafické přílohy</b>	46

## **1. Úvod**

Obsahem této diplomové práce je charakterizace atmosférického aerosolu ve studentském klubu „Mrtvá Ryba“. Do 1.1.2006 se jednalo o kuřáckou restauraci, v současnosti je zde kouření díky tzv. „protikuřáckému zákonu“ zakázáno. Jedná se o zákon č.379/2005 Sb., o opatřeních k ochraně před škodami působenými tabákovými výrobky, alkoholem a jinými návykovými látkami. (Šrámková, 2010)

Posouzení kvality ovzduší prostředí budov se vzhledem k životnímu stylu vyspělých zemí stává problematikou velmi závažnou, a to především z důvodu nárůstu civilizačních chorob. Tento stav je mimo jiné zapříčiněn i tím, že velká většina obyvatel vyspělých zemí tráví v dnešní době velkou část dne v uzavřených prostorech kanceláří, dopravních prostředků a domova, a restauračních zařízení nevyjímaje. Od těchto faktů se pak odvíjí dlouholetý zájem odborníků o kvalitu prostředí v budovách. (Hussein, 2006) Problematikou znečištění vnitřního prostředí budov se například také zabývali Hämeri (2003), Stranger, Grieken (2003), Smolík (2001) a Carrington (2003).

Je obtížné jednoznačně charakterizovat ve vnitřním prostředí budov aerosol, protože jeho množství je ovlivňováno mnoha různými faktory. Částice mohou být emitovány z vnitřního zdroje, například vařením, topením v krbu, či jiným druhem otevřeného ohně (svíčky, aromatické lampy apod.), případně mohou být resuspendovány i pobytem lidí a zvířat. Nejvýznamnějšími vnitřními zdroji aerosolu jsou však kouření a vaření. Částice se do relativně uzavřených prostor v menší či větší míře dostávají i z venkovního prostředí okny, ventilací či jinými stavebními otvory. (Franck, 2001)

Na téma vnitřního prostředí budov a otázky kouření v restauracích a barech byly vypracovány studie, z nichž některé jsou uvedeny níže. Je to dáno závažností problematiky. Hlavním důvodem je zjištění, že na celkové nemocnosti a úmrtnosti populace se největší měrou podílejí nemoci oběhové soustavy a nádorová onemocnění. Kouření je dlouhodobě

nejzávažnějším známým a rizikovým faktorem ovlivňujícím vznik, rozvoj a průběh právě těchto onemocnění. Odhaduje se, že v České republice lze kouření připsat desetitisíce úmrtí ročně. V důsledku pasivního kouření zemře téměř dvojnásobný počet lidí, než kolik jich je obětí automobilových nehod na silnicích. (Musil, 2010) Toxické účinky kouření byly již prokázány např. v dutině ústní a nosní, jícnu, hltanu, hrtanu, na plicích, ve slinivce břišní, močovém měchýři, močovodu, a děložním hrdle. (DeMarini, 2004) Toxiny z cigaret se krevním oběhem dostávají téměř do všech orgánů lidského těla, a s kouřením jsou proto spojeny velmi závažné stavy organismu a lidské nemoci, často nevléčitelné. Patří mezi ně zejména rakovina, dále například šedý zákal a některé druhy leukémie. (Nair, 2001) Mezi nejzávažnější tyto toxiny se řadí především karcinogeny, jako polycyklické aromatické uhlovodíky a nitrosaminy, což bylo také dokázáno na laboratorních zvířatech. (Hecht, 1999)

Problematika kouření je v dnešní době velmi diskutovaným a závažným fenoménem. Kouření může vážně poškodit zdraví nejen kuřákům, ale i všem ostatním lidem, tedy pasivním kuřákům. Také se ale na lidském organismu nemusí nijak vážněji projevit. Je to téma na nekonečnou debatu a záležitostí mnoha výzkumů. Wayne Ott a kol. (1996) sledoval, podobně jako u této studie, koncentrace částic v kavárně před a po zákazu kouření. Dále pak Wolfgang F. Rogge a kol. (1994), který zase zkoumal jaký aerosol kouření produkuje. I Lance Wallace (1996) studoval vnitřní prostředí, ve kterém v současnosti trávíme podstatnou část dne. F. Barone Adesi (2006) řešil výsledný efekt zákazu kouření v Itálii v závislosti na akutní případy infarktu myokardu. Také C. A. Pope (2001) se zabýval expozicí tabákového kouře a variabilitu srdeční frekvence.

Kouření je kultura, která byla na naší zeměkouli mnohem dříve, než kdokoli z nás živých, ale rozsahu, v jakém dnes škodí našemu zdraví, dosáhla až během posledních pár desítek let. Už jen málokdo si vychutnává kouření tabáku jako Indiáni před stovkami let. (Pakhale, 1998) Proběhlo i období, kdy cigareta byla ukázkou luxusu. Bohužel veškerý



pokrok v této kultuře má i své negativní dopady. Otázkou také je, zda současná protikuřácká kampaň dokáže jakkoli ovlivnit kuřáky. Člověk ve věku okolo dvanácti let si ještě nedokáže uvědomit, jak blízko by mohla být smrt způsobená rakovinou plic v důsledku kouření. Dnes tedy kouří a škodí svému zdraví, a zdraví lidí okolo, velká část obyvatel. Opravdu to není nic hezkého, vždyť vzhledově se vyfukování dýmu dá přirovnat k automobilovým výfukům, komínům, anebo monstrózním elektrárenským blokům, které chrlí zplodiny do našeho ovzduší v obrovských množstvích. Ale lidé nepřestanou kouřit. Kdo kouří, má z toho určitý požitek, chuťový, relaxační, estetický. Vždyť existuje tolik dalších věcí, které škodí zdraví člověka. Proč by se někdo měl vzdát právě kouření.

Protikuřácká kampaň nabírá na svých rozměrech. Nedává spát nejvyšším státním představitelům, a ti s ní musejí počítat při tvorbě nových zákonů, tzv. protikuřáckých zákonů. Ty už dnes platí v různě přísných podobách v několika státech na celém světě. Zákaz kouření ve všech veřejných zařízeních včetně barů a restaurací již platí ve většině státech Evropy, např. v Německu, Rakousku, Velké Británii, Itálii, Norsku, Švédsku, a Dánsku, ale i Litvě, Chorvatsku a dalších. (Šimánek V., 2009). Proti těmto zákonům ale opět někdo protestuje. Jsou to provozovatelé restaurací, barů, kaváren, hotelů, a dalších zařízení. Není divu, vždyť někteří z nich mohou ztratit velkou část svých zisků. Navzdory tomu Wallace (1996) tvrdí, že k výraznému poklesu návštěvnosti restaurací, po zákazu kouření, nedošlo.

## ***1.1 Cíle práce***

Cílem práce je zhodnotit a porovnat velikostní distribuce atmosférického aerosolu v nekuřáckém studentském klubu „Mrtvá Ryba“ s distribucemi ze stejného studentského klubu, ale v kuřáckém režimu, a diskutovat změny ve velikostních distribucích v souvislosti s počtem hostů v klubu a režimem větrání.

## ***2. Atmosférické aerosoly***

### ***2.1 Definice atmosférického aerosolu***

Aerosol je definován jako soubor pevných nebo kapalných částic suspendovaných v plynu. Aerosoly jsou dvoufázové systémy, skládající se z částic a plynu, ve kterém jsou suspendovány. Aerosoly působí na viditelnost, klima, zdraví a kvalitu života. (Hinds, 1999)

Aerosol je dynamický otevřený systém. (Friedlander, 2000)

Aerosoly jsou několika typů suspenzí. Všechny aerosoly jsou dvousložkové systémy mající speciální vlastnosti, které závisí na velikosti částic a jejich koncentraci v suspenzním médiu. Všechny mají rozdílné stupně stability, což také závisí na velikosti a koncentraci. Zahrnují širokou paletu úkazů, jako jsou prach, dým, kouř, opar, mlha a smog. (Hinds, 1999)

### ***2.2 Zdroje a složení aerosolu***

Mikroskopické částice vznášející se ve vzduchu jsou nesuspendované půdní částice, kouř z továren, fotochemicky vytvořené částice, sůl z oceánu a atmosférická oblaka vodních kapiček nebo ledu. Částice můžeme rozdělit na tři skupiny dle jejich velikostí, a to na částice nukleárního modu, akumulárního modu a hrubého modu. (Hinds, 1999)

Částice nukleárního modu vznikají jako důsledek vysokoteplotních procesů jako hoření, tavení rud a kovů, svařování, a fotochemických reakcí v atmosféře. Aerodynamický průměr těchto částic je kolem 20 nm. Kondenzací horkých par vznikají primární kulové částice, které vzájemnou koagulací vytvoří typicky řetězové agregáty a jejich shluky. Mohou také koagulovat s částicemi akumulárního modu. Což může být také proces jejich odstraňování z atmosféry. Tyto částice jsou velmi reaktivní a jejich doba setrvání v atmosféře, resp. v troposféře, se pohybuje řádově od vteřin po desítky minut. Částice akumulárního modu tvoří převážnou část povrchu a podstatnou část hmotnosti atmosférického aerosolu o velikosti 300 nm. Vznikají kondenzací plynů (konverze plyn-částice), chemickou reakcí,

kondenzací vody nebo ostatních par na již existující částice a koagulací částic nukleárního modu, jak již bylo zmíněno výše. Doba setrvání v atmosféře je řádově dny až týdny, a převážně z tohoto důvodu jsou tyto částice v průměru nejpočetnější skupinou částic v troposféře. Částice hrubého modu tvoří částice primárně vzniklé působením mechanických sil na hmotu. Aerodynamický průměr těchto částic je kolem 10  $\mu\text{m}$ . Jedná se o prach vytvářený větrem, dopravní nebo stavební aktivitou, spoluemisí s plynnými produkty při spalování uhlí nebo zpracování rud. (Hinds, 1999)

Městský aerosol má nejkomplicovanější chemické složení, což je dáno tím, že k jeho tvorbě přispívá velká škála různých zdrojů narozdíl od pozadíového aerosolu. Typická velikostní distribuce městského aerosolu je obvykle trimodální se dvěma mody v oblasti jemného aerosolu a jedním modem pro hrubý aerosol. Kondenzační mod (kolem 0,2  $\mu\text{m}$ ) je především výsledkem kondenzace sekundárního aerosolu z plynné fáze, zatímco akumulací mod (kolem 0,7  $\mu\text{m}$ ) tvoří kapičky formované heterogenní reakcí zahrnující vodní fázi okludovanou na částicích aerosolu. Více než dvě třetiny celkové hmotnosti sulfátů a amonných iontů jsou obsaženy v částicích jemného aerosolu. Nitráty, sodík a chloridové ionty jsou rovnoměrně distribuovány mezi hrubý a jemný aerosol. Obecně platí, že nejvyšších koncentrací dosahují železo, olovo, měď, a nižších koncentrací nabývají kobalt, rtuť, a antimon. Prvky, které jsou emitovány do atmosféry ze zdrojů spalování, jsou v aerosolu obsaženy obvykle ve formě oxidů. (Hinds, 1999)

Velikost částic, koncentrace a chemické složení jsou nejdůležitějšími a nejzajímavějšími vlastnostmi aerosolu. Dalšími významnými vlastnostmi jsou náboj částic, krystalová struktura a optické vlastnosti. Aerosoly jsou složeny z mnoha chemických látek. Toto tvrzení se především týká aerosolů vyprodukovaných průmyslovou výrobou, spalováním uhlí a spalováním odpadu. Atmosférické aerosoly mají také složitou chemickou strukturu

a mohou sestávat z různých částic odlišného chemické struktury. Také aerosolová částice samotná může být složena z mnoha chemických látek. (Friedlander, 2000)

### **2.3 Vlivy aerosolu a frakce $PM_{10}$ , $PM_{2,5}$ a $PM_{10}$**

Zvyšující se koncentrace městského aerosolu mohou mít nepříznivé zdravotní účinky na populaci. Několik studií ukázalo, že se zvětšil počet dýchacích potíží u lidí, poklesu funkce plic, a bylo zaznamenáno více případů onemocnění dýchacích cest. Velké množství ultrajemných částic je odpovědné za nemoci tímto způsobené. (Asmi, 1999)

Díky výraznému dopadu aerosolu na zdraví člověka a životní prostředí je studován již mnoho let. PM (Particulate matter) může být významným polutantem nejen ve městech, a proto vlády vyspělých států přijímají opatření ke snížení emisí PM. (D'Alessandro, 2003)

Frakce  $PM_{10}$  je definována jako soubor částic, ve kterém jsou částice o aerodynamickém průměru menším než 10  $\mu\text{m}$ , a obsaženy právě s pravděpodobností 50%, přičemž částice menší než 10  $\mu\text{m}$  s pravděpodobností blíží se 100%, a naopak částice větší s pravděpodobností blíží se 0. Obdobně je definována frakce  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ . V celém velikostním spektru částic jsou velmi rychle z ovzduší odstraněny částice o velikosti více než 100  $\mu\text{m}$  gravitační silou, stejně je to i s částicemi kolem 30  $\mu\text{m}$ . Problém může nastat, pokud se jedná o částice menší, které vydrží v ovzduší déle. Zdravotní rizika a průnik částic do dýchacích cest závisí na jejich aerodynamických vlastnostech. Částice jemného aerosolu jsou v městském prostředí obvykle složeny z iontů, uhlovodíků a elementárního uhlíku. Pokud venkovní prostředí obsahuje ve zvýšené míře vlhkost, částice mohou tuto vodu absorbovat, v závislosti na jejich hygroskopických vlastnostech. Někdy může tato navázaná voda přispívat k finální koncentraci  $PM_{10}$ , tedy že koncentrace může být větší. (Ojanen, 2004)

Koncentrace aerosolových částic s aerodynamickým průměrem částic menším než 10  $\mu\text{m}$  jsou důležitým kritériem kvality ovzduší. Proto tedy zdroje  $PM_{10}$  jsou tak zkoumány a

jsou nepostradatelnou částí pro efektivní realizaci záměrů pro normy kvality ovzduší. (Hovorka, 2001)

## ***2.4 Historie studia aerosolů***

Počátky studia aerosolů jsou datovány již k myšlenkám Leonarda Da Vinci. Einsteinův vztah difúze s termickým pohybem z roku 1905 následovala v roce 1916 Smoluchovského koagulace. Prvním experimentátorem s aerosoly byl John Tyndall, který v roce 1869 dokázal, jak silný paprsek světla by mohl být použit k odhalení přítomnosti částic v ovzduší. První přesné měření koncentrace částic uskutečnili Whytlaw a Gray v roce 1922. Lomax zase zkonstruoval první odlučovač, který vymysleli Green a Watson, a který je dodnes nejlepším nástrojem pro odběr vzorků mnoha druhů aerosolů. (Liu, 1976)

V současnosti již vzniklo hodně studií a tato věda se stává jednou z předních. Význam aerosolových částic ve znečištěném ovzduší je velký, nežádoucí účinky na lidské zdraví a viditelnost v atmosféře jsou dobře známy. (Liu, 1976)

## ***2.5 Tabákový kouř***

Tato diplomová práce se zabývá porovnáním kuřáckého a nekuřáckého prostředí, a proto bych ráda zmínila pár slov o tabákovém kouři. Kouření je významnější zátěž než znečištění ovzduší samotné, a při současném působení na organismus se tyto vlivy sčítají. Inhalace tabákového kouře vede často k psychosomatickým poruchám, ke zhoršení chronických onemocnění a k urychlení vzniku civilizačních chorob, tedy nádorů, kardiovaskulárních chorob, opoždění vývoje dítěte, apod. Již je známo mnoho molekulárních i biochemických markerů, ukazatelů, svědčících pro přítomnost cigaretového kouře. Řada těchto hodnocených ukazatelů atmosférické kontaminace tabákovým kouřem vzniká nejen při hoření tabáku, ale i při dalších lidských činnostech, jako je může být například vaření, topení,

hoření svíčky, apod. Jediným ukazatelem hlavního a vedlejšího proudu tabákového kouře je nikotin. Ten se hodnotí jako expozice tabákového kouře a jeho přítomnou formou, jeho metabolitu, což je kotinin. Poločas rozpadu kotininu je v průměru dvacet hodin a jeho koncentrace v krvi je po tuto dobu relativně stabilní. Jeho specifita je vysoká, a tak se stává bezpečným ukazatelem. Mezi příjmem nikotinu a plazmatickou koncentrací kotininu je lineární vztah, a eliminace kotininu je u kuřáků pravděpodobně rychlejší. (Provazník, 1998)

## 2.6 Limity

Pro látky, které se mohou na atmosférický aerosol vázat, jsou stanovené limitní hodnoty, aby nedocházelo k výrazným vlivům na lidské zdraví, vegetaci a materiály. Základními látkami, které mohou negativně ovlivňovat výše zmíněné, a proto se monitorují, jsou oxid siřičitý, oxidy dusíku, **PM<sub>10</sub>**, **PM<sub>2,5</sub>**, oxid uhelnatý, přízemní ozón, a vybrané těžké kovy (olovo, kadmium, a další). (Hůnová, Janoušková, 2004)

Menší částice jsou významné pro jejich vliv na zdraví člověka, větší částice působí nepříznivě na vegetaci. Především dochází k měření tzv. thorakální frakce **PM<sub>10</sub>**, dále pak **PM<sub>2,5</sub>** a **PM<sub>1</sub>**, protože bylo experimentálně zjištěno, že korelace mezi velikostní frakcí a zdravotními účinky je tím větší, čím menší je frakce. (Hůnová, Janoušková, 2004)

Tabulka č. 1: Limitní hodnoty pro látky znečišťující ovzduší ve světě

Polutanty	Primární		Sekundární	
	Limity	Doba	Limity	Doba
Oxid uhelnatý	9 ppm (10 mg/m <sup>3</sup> )	8-hodinový	-	
	35 ppm (40 mg/m <sup>3</sup> )	hodinový		
Olovo	0,15 µg/m <sup>3</sup>	3-měsíční	-  -	
	1,5 µg/m <sup>3</sup>	čtvrtletní	-  -	
Oxid dusičitý	0,053 ppm (100 µg/m <sup>3</sup> )	roční	-  -	

PM <sub>10</sub>	150 µg/m <sup>3</sup>	24-hodinový	-II-	
PM <sub>2,5</sub>	15,0 µg/m <sup>3</sup>	roční	-II-	
	35 µg/m <sup>3</sup>	24-hodinový	-II-	
Ozon	0,075 ppm	8-hodinový	-II-	
	0,08 ppm	8-hodinový	-II-	
	0,12 ppm	1-hodinový	-II-	
Oxid siřičitý	0,03 ppm	roční	0,5 ppm (1300 µg/m <sup>3</sup> )	3-hodinový
	0,14 ppm	24-hodinový		

Zdroj: EPA

Tabulka č.2: Imisní limity pro látky znečišťující ovzduší platné v České republice

Znečišťující látka	Doba průměrování	Hodnota imisního limitu [µg.m <sup>-3</sup> ] LV	Maximální tolerovaný počet překročení za kalendářní rok	Mez tolerance [µg.m <sup>-3</sup> ] MT		Termín dosažení LV
				2005	2006	
SO <sub>2</sub>	1 hod.	<b>350</b>	24	—	—	—
	24 hod.	<b>125</b>	3	—	—	—
PM <sub>10</sub>	24 hod.	<b>50</b>	35	—	—	—
	kalendářní rok	<b>40</b>	—	—	—	—
NO <sub>2</sub>	1 hod.	<b>200</b>	18	50	40	1.1.2010
	kalendářní rok	<b>40</b>	—	10	8	1.1.2010
Pb	kalendářní rok	<b>0,5</b>	—	—	—	—
CO	max. denní 8h klouzavý průměr	<b>10 000</b>	—	—	—	—
Benzen	kalendářní rok	<b>5</b>	—	5	4	1.1.2010

Zdroj: ČHMÚ



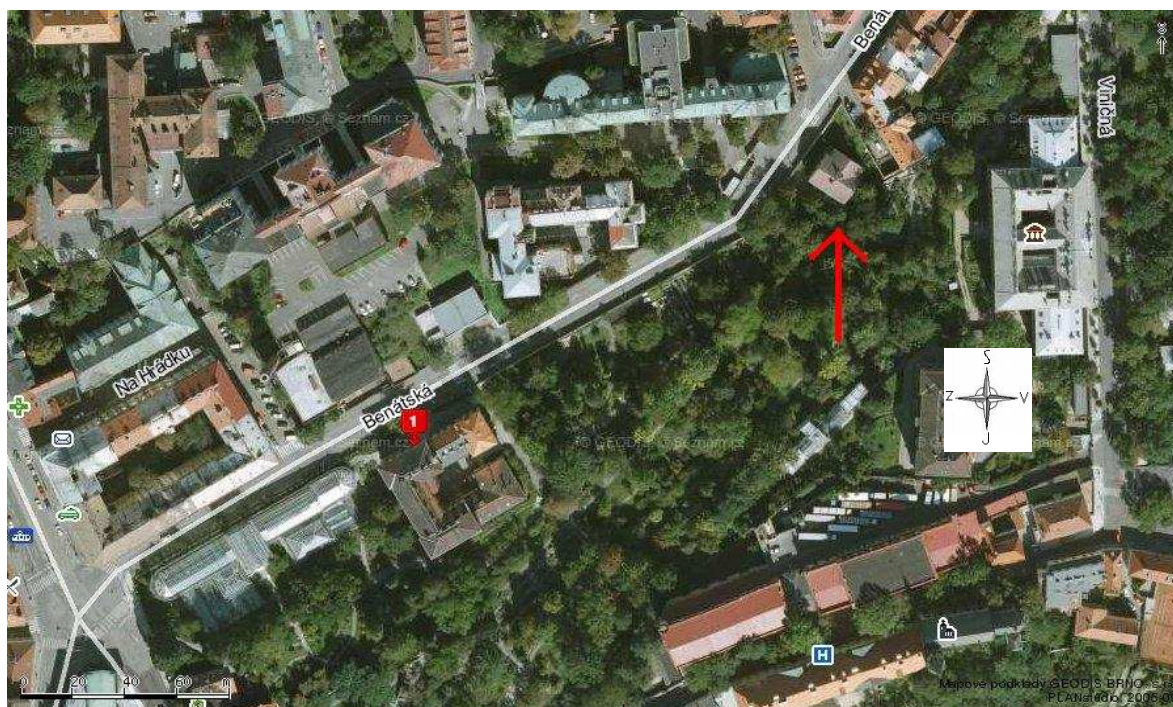
### 3. Metodika

#### 3.1 Lokalita studentského baru „Mrtvá Ryba“

Studentský klub „Mrtvá Ryba“ se nachází v Benátské ulici na Praze 2. Z velké části je tato nemovitost obklopena Botanickou zahradou, ale v blízkosti se také nachází poměrně rušná komunikace. Silnice je vzdálena dvacet metrů od vchodu do Ryby, a tato vzdálenost je oddělena dvoumetrovým plotem zhruba po patnácti metrech. Klub je umístěn v mírném svahu, kde vchod je situován směrem z kopce na jihozápad. Budova má jeden vchod, společný jak pro hosty restaurace, tak pro residenty.

Přesné souřadnice této lokality jsou: 50°4'24.359"N, 14°25'11.745"E. (Mapy.cz)

Obr. č. 1: Studentský klub „Mrtvá Ryba“ na mapě



Zdroj: Mapy.cz

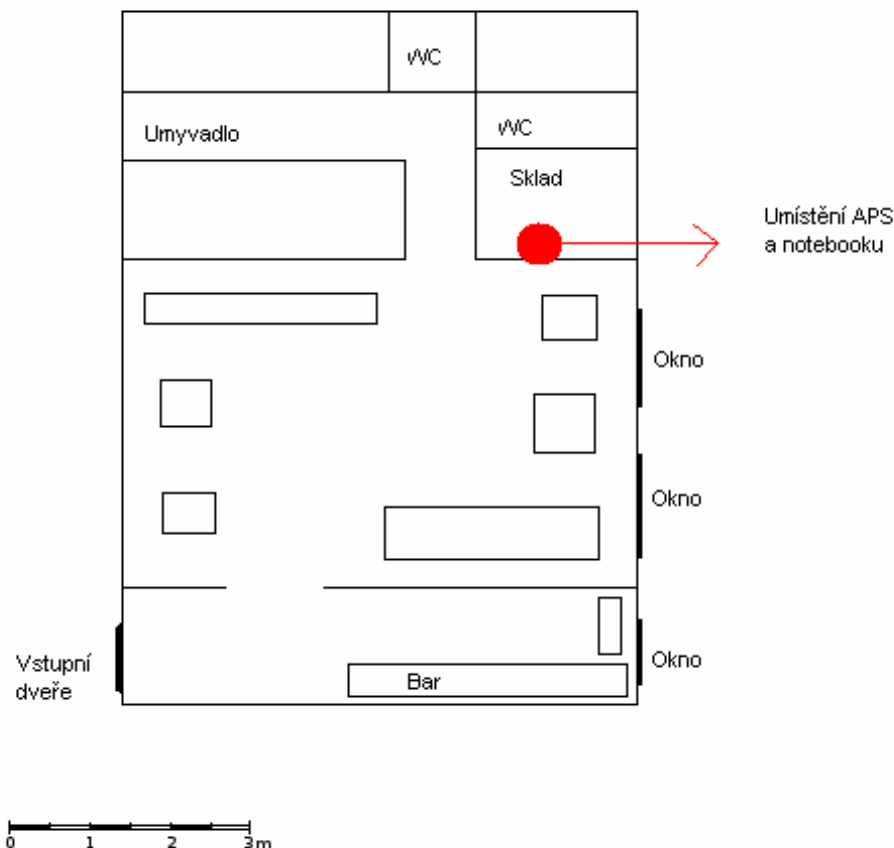
První kampaň probíhala od 9.11.2006 do 6.12.2006, druhá kampaň začala 30.4.2008 a skončila 3.6.2008. Druhé měření zasáhlo zároveň do doby, kdy byla částečně uzavřena komunikace v Benátské ulici a to z důvodu realizace stavebních prací. Celkem jsme získali třicet šest naměřených dní, z kampaně z kuřáckého období máme dní šest, měřilo se od 25.6.2005 do 30.6.2005. Některé dny se neměřilo v plném rozsahu, a to z různých důvodů, pro vysvětlení tzv. neúplných dnů, nebylo možné provést měření po celou plánovanou dobu (výpadek el. proudu, nutnost opuštění lokality měření, apod.).

Otevírací doba ve studentském klubu „Mrtvá Ryba“ je od devíti hodin ráno do jedné hodiny do noci. Vždy v sobotu bylo zavřeno, v neděli je otevírací doba posunuta, a klub je návštěvníkům přístupný až ve večerních hodinách.

Studentský bar Mrtvá Ryba má dvě místnosti. První místnost se stoly a židlemi je oddělená příčkou od baru, druhá se nachází přes chodbu, a jsou zde umístěny toalety. První místnost má tři velká okna směřovaná do Botanické zahrady. Jejich vrchní části jsou často používány k větrání. Vchod, resp. východ je taktéž situován do Botanické zahrady.

Venku se nachází menší posezení, které může být v letních měsících v závislosti na klimatických podmínkách využívanější než vnitřní část objektu. Bar byl čistě nekuřácký v době měření, a vzhledem k tomu, že postrádal kuchyň, se tady nevaří. Přístroj, se kterým jsme měřili, APS s proprietami, byl umístěn ve skladu, tedy ve druhé místnosti před toaletami. V našem zájmu bylo, aby celá tato aparatura byla nenápadná. Přístrojem APS se měřilo zhruba ve dvou metrech nad zemí.

Obr. č. 2: Náčrt studentského klubu „Mrtvá Ryba“ (půdorys)



Před zahájením měření mi bylo personálem klubu „Mrtvá Ryba“ sděleno, že ve dnech, kdy je klub otevřen dochází zhruba jednu hodinu před otevřením k intenzivnímu větrání a výměně vzduchu prostřednictvím ventilačního zařízení umístěného v největší místnosti tohoto klubu.

Návštěvnost baru byla časově proměnlivá, ale v jednotlivých dnech, kdy byl bar otevřen, mívala podobný průběh. V dopoledních hodinách se zde pohybovalo kolem deseti až výjimečně patnácti lidí maximálně, odpoledne bylo hostů více, kolem dvaceti, a ve večerních hodinách se návštěvnost baru až zdvojnásobila až třeba na zhruba čtyřicet osob. Na přelomu podzimu a zimy, kdy probíhala první nekuřácká kampaň, se výrazně nevětralo, a dveře byly víceméně pořád zavřeny. V jarních měsících, kdy probíhala druhá nekuřácká kampaň, již bylo

teplo, a tak návštěvníci často seděli ve venkovním posezení. Také se více větralo, neboť dveře byly zase víceméně pořád otevřeny.

### **3.2 Použitý měřicí přístroj**

K měření byl použit přístroj APS model 3321 (TSI, USA). Byly měřeny velikostní distribuce v rozsahu 0,524 – 20 mikrometrů s integrační dobou pěti minut.

APS je spektrometr částic aerosolu, kdy na aerodynamický průměr částice se usuzuje z doby průletu částice mezi dvěma laserovými paprsky. APS spektrometr je využíván např. pro toxikologické studie, testování filtrů, vyšetřování bioaerosolů, lékařské studie, atmosférické studie, monitoring ovzduší, k charakterizaci aerosolů či hodnocení kvality ovzduší. (TSI, 2009)

*Obr. č. 3: Aerodynamic particle sizer*



Zdroj: TSI (2009)

### ***3.3 Stanovení dalších parametrů - deník***

Po dobu tohoto měření jsem byla v klubu přítomna a vedla deník. Většinou jsem byla v Mrtvé Rybě od rána (zhruba od otevírací doby – 9 hod.) do hodin večerních (kolem 18 hod., někdy i do 20. hodiny.) Zaznamenávala jsem ve zhruba půlhodinových intervalech: počet návštěvníků, otevření či uzavření oken a dveří, hoření svíčky, apod.

### ***3.4 Zpracování dat***

Pro získání dat z měření jsem použila program Aerosol Instrument Manager, tedy pro jejich převedení k jejich snadnějšímu způsobu zpracování. Hustota částic byla zadána  $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Data jsem jednoduchým exportem převedla do textového souboru, který jsem poté otevřela v programu CoStat a upravila pomocí maker do vyžadovaného formátu. Data byla nadále zpracována v programu CoStat. Statistika byla vypracována také v aplikaci CoStat, a byly použity párové t-testy ke srovnání průměrných koncentrací. Grafy byly poté vytvořeny v programu CoPlot. Grafy pro lineární regresi byly vytvořeny v programu Excel. Data k regresní analýze jsem získala z naměřených koncentrací a deníku. Do excelovské tabulky jsem zapsala čas a počet lidí nacházejících v baru právě v tento čas, k čemuž jsem doplnila koncentrace  $\text{PM}_{10}$ - $\text{PM}_1$ , které byly naměřeny právě v tuto dobu.

## 4. Výsledky

Kapitola Výsledky je rozdělena do tří částí, v první části jsou uvedeny průměrné 24hodinové koncentrace  $PM_1$  a  $PM_{10}$  z naměřených hodnot kuřácké a nekuřácké kampaně. Ve druhé části je pak umístěno srovnání jednotlivých velikostních distribucí, a ve třetí kapitole je vyhodnocena regresní analýza.

### 4.1 Koncentrace částic $PM_1$ a $PM_{10}$

Hodnoty koncentrací částic  $PM_1$  a  $PM_{10}$  byly získány z měřicího přístroje APS, v takovéto podobě díky programům AIM a CoStat, kde jsem pomocí maker upravila do podoby použitelné pro naši práci. Průměrná koncentrace všech naměřených dní (šest) z kuřácké kampaně byla u  $PM_1$   $13,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a u  $PM_{10}$   $23,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Průměrná koncentrace všech naměřených dní nekuřácké kampaně (třicet šest) byla u  $PM_1$   $4,88 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a u  $PM_{10}$   $24,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Z naměřených hodnot je vhodné získat následující statistické charakteristiky, které umožňují přehledně porovnat hodnoty koncentrace jednotlivých dní (či kampaní). Byly vybrány dny, které měly podobný průběh, a také byly naměřeny celé. Koncentrace PM jsou takto prezentovány v tabulkách pro přímé porovnání rozdílů. Je nutno si pro tuto statistickou analýzu definovat podobný průběh. Tato podobnost je dána dvěma kritérii. Za prvé je to časový průběh koncentrací (tím mám na mysli, že v devět hodin ráno se otevíralo, dopoledne tam bylo méně lidí než odpoledne, tehdy se počet návštěvníků zvýšil, večer bylo osob nejvíce, zavíralo se v noci kolem jedné ranní). Druhým kritériem je fakt, že každé ráno po deváté hodině bylo zapnuto na zhruba hodinu větrací zařízení.

Koncentrace u dní, které nebyly naměřeny celé, mohou být poněkud zkreslující, proto také nejsou zahrnuty do výsledné statistiky a ani nebudou porovnávány. Dny, kdy bylo zavřeno (sobota a neděle, ale i další dny, kdy bylo zavřeno), byly otestovány t-testem a

posloužily jako tzv. „pozadí“ ke srovnání. Bylo zjištěno, že pozadí kuřácké kampaně se ve srovnání s pozadím nekuřácké kampaně neliší. Koncentrace jsou vyjádřeny v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

#### 4.1.1 Průměrné denní koncentrace kuřácké kampaně

Tabulka č. 3: Koncentrace  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

$PM_{10}$	Min	Max	Medián	SD*	Průměr**
27.6.2005	2,02	40,9	8,27	9,30	11,4
28.6.2005	1,23	45,7	5,61	7,58	8,96
29.6.2005	1,65	60,2	9,98	13,3	14,8
30.6.2005	3,48	85,2	16,8	20,4	22,6

\* odhad směrodatné odchylky

\*\* aritmetický průměr

Tabulka č. 4: Koncentrace  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

$PM_{10}$	Min	Max	Medián	SD	Průměr
27.6.2005	3,33	87,8	13,1	19,2	<b>19,9</b>
28.6.2005	6,83	71,9	12,2	11,7	<b>17,4</b>
29.6.2005	3,84	93,8	20,2	19,7	<b>25,9</b>
30.6.2005	5,39	167,2	23,6	32,7	<b>35,5</b>

#### 4.1.2 Průměrné denní koncentrace nekuřácké kampaně

Tabulka č.5: Koncentrace  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

$PM_{10}$	Min	Max	Medián	SD	Průměr
10.11.2006	0,12	7,16	1,25	1,19	1,46
13.11.2006	0,77	13,8	1,50	1,82	2,24
14.11.2006	0,15	11,9	1,80	2,51	2,64
24.11.2006	0,40	13,2	1,47	1,82	2,00
1.12.2006	3,03	13,1	5,71	1,54	5,73
2.6.2008	1,38	8,30	2,48	1,28	2,81

Tabulka č.6: Koncentrace  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

$PM_{10}$	Min	Max	Medián	SD	Průměr
10.11.2006	0,28	73,0	17,4	16,2	<b>18,9</b>
13.11.2006	4,06	70,8	17,3	13,9	<b>18,9</b>
14.11.2006	0,39	83,3	19,5	22,9	<b>24,5</b>
24.11.2006	0,53	107,0	16,9	20,4	<b>20,5</b>
1.12.2006	5,30	93,6	26,7	18,8	<b>27,5</b>
2.6.2008	4,67	199,3	10,8	13,1	<b>12,2</b>

## ***4.2 Rozdíly velikostních distribucí jednotlivých dní***

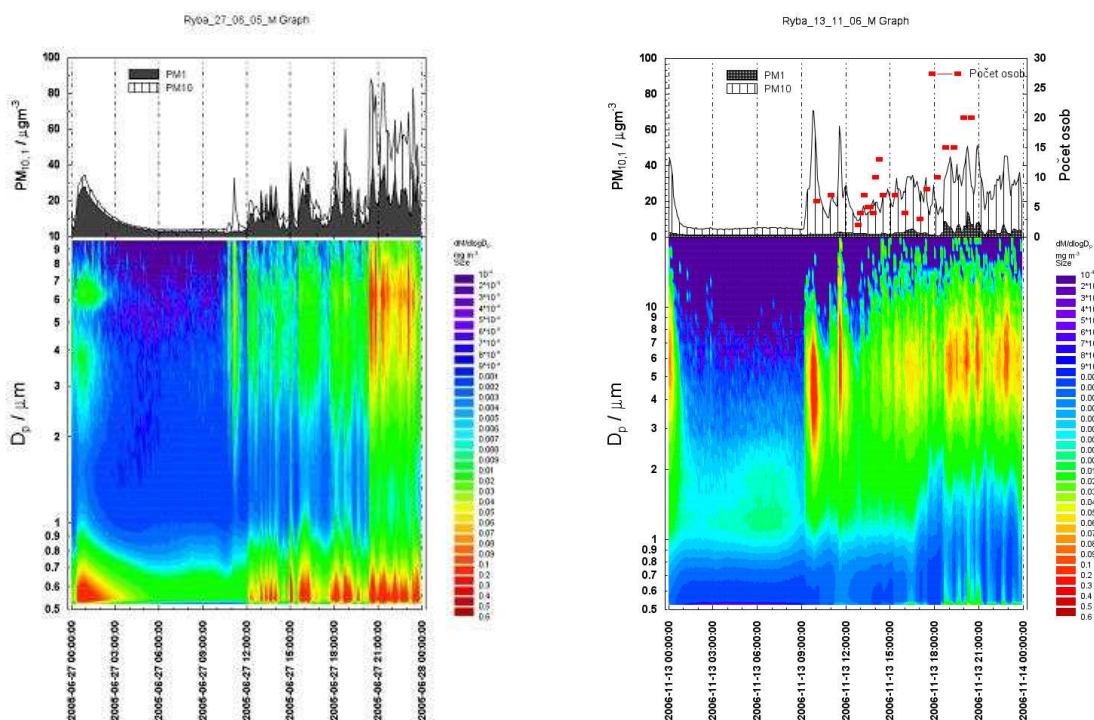
Dny, kdy nikdo v Rybě nebyl, jsou charakteristické nízkými hodnotami koncentrací částic. Pro jejich srovnání jsem použila párový t-test, abych zjistila, že jsou si tzv. „pozadí“ velice podobná, tedy že se výrazně neliší, a to i s distribucemi z roku 2005, kdy proběhla kuřácká kampaň. Tyto dny budou sloužit k dalšímu srovnání, získání odhadu přírůstku PM způsobeného kouřením, a také k definování vlivu částic z vnějšího prostředí.

V této kapitole následuje zobrazení kuřáckých a nekuřáckých dní, které jsou konfrontovány s deníkem. Grafy znázorňují časové změny velikostní distribuce během 24 hodin. Horní grafy ukazují, jaké byly koncentrace  $PM_1$  a  $PM_{10}$ . Dolní grafy znázorňují dynamiku velikostních distribucí hmotnosti aerosolu. Koncentrace jsou odlišeny barevně, od fialové, to jsou koncentrace velmi nízké, až po červenou, to jsou naopak koncentrace velmi vysoké. Na závěr je uveden rozdílový graf, který vznikl odečtením reprezentativních kuřáckých a nekuřáckých dní, jak pro  $PM_1$  a  $PM_{10}$ , tak pro velikostní distribuce. Bílá barva v tomto spodním grafu znamená, že koncentrace, resp. její rozdíl, je menší než nejmenší hodnota, pro kterou je definována barva, tj.  $5 \cdot 10^{-5} \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \text{dM}/\text{dlogDp}$ . Hodnoty menší než 0 zde nejsou detekovány.

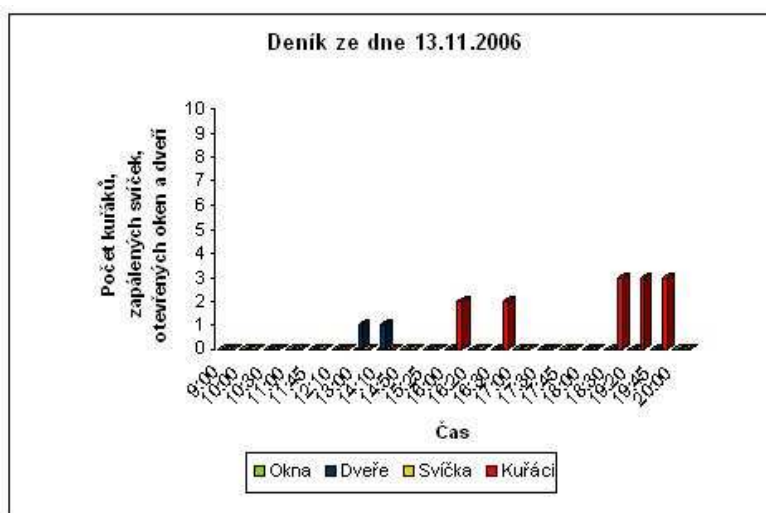
Všechny testované velikostní distribuce atmosférického aerosolu kuřáckých a nekuřáckých dní našich kampaní jsou testovány, a výrazně se liší, na hladině významnosti 0,05.



**Obr. č. 4:** Velikostní distribuce naměřených dní kuřácké (vlevo) a nekuřácké kampaně (vpravo)

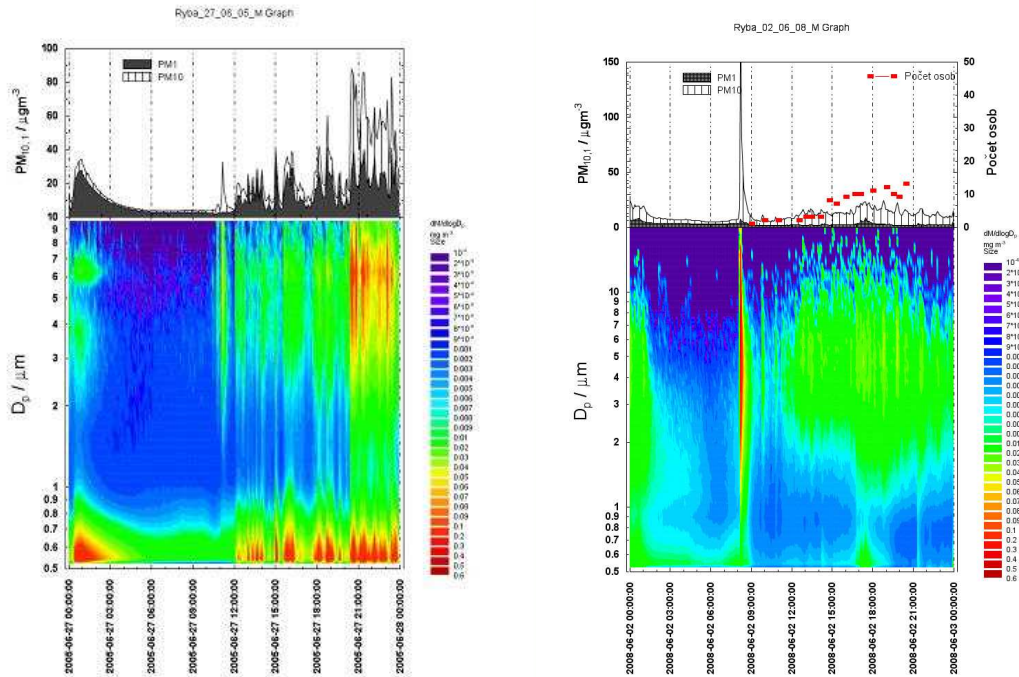


**Obr. č. 5:** Grafické znázornění deníku ze dne 13.11.2006 vztahující se k velikostní distribuci vpravo (graf zobrazuje počet kuřáků, kteří chodili ven, otevřená okna a dveře, popř. hoření svíček)

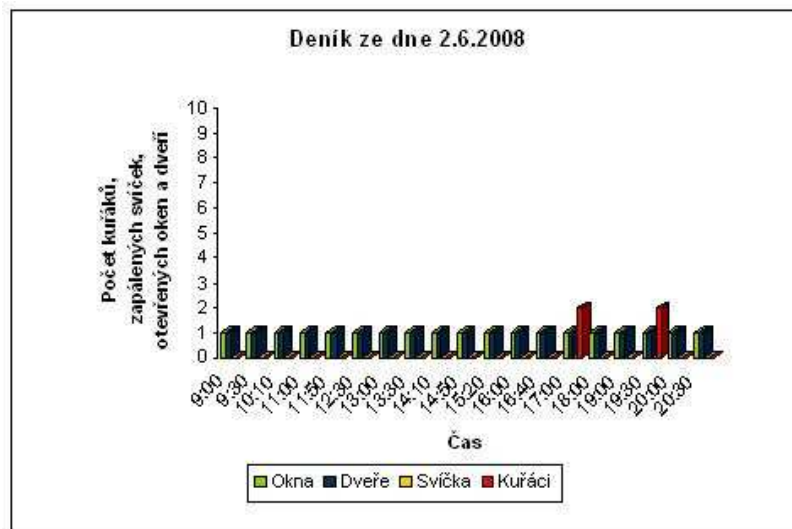


Na horních grafech nás jako první zaujme fakt, že v nekuřácký den naprosto výrazně chybí frakce  $PM_{10.1}$ . Kolem deváté ráno je nekuřáckém grafu vidět výrazné maximum, způsobené pravděpodobně pohybem osob ve skladu, kde byl přístroj umístěn, protože v Rybě tehdy ještě nikdo nebyl. Večer zde bylo kolem dvaceti lidí, což se nám také z grafu jeví. Efekt otevření dveří se v grafu neprojevil.

**Obr. č. 6:** Velikostní distribuce naměřených dní kuřácké (vlevo) a nekuřácké kampaně (vpravo)

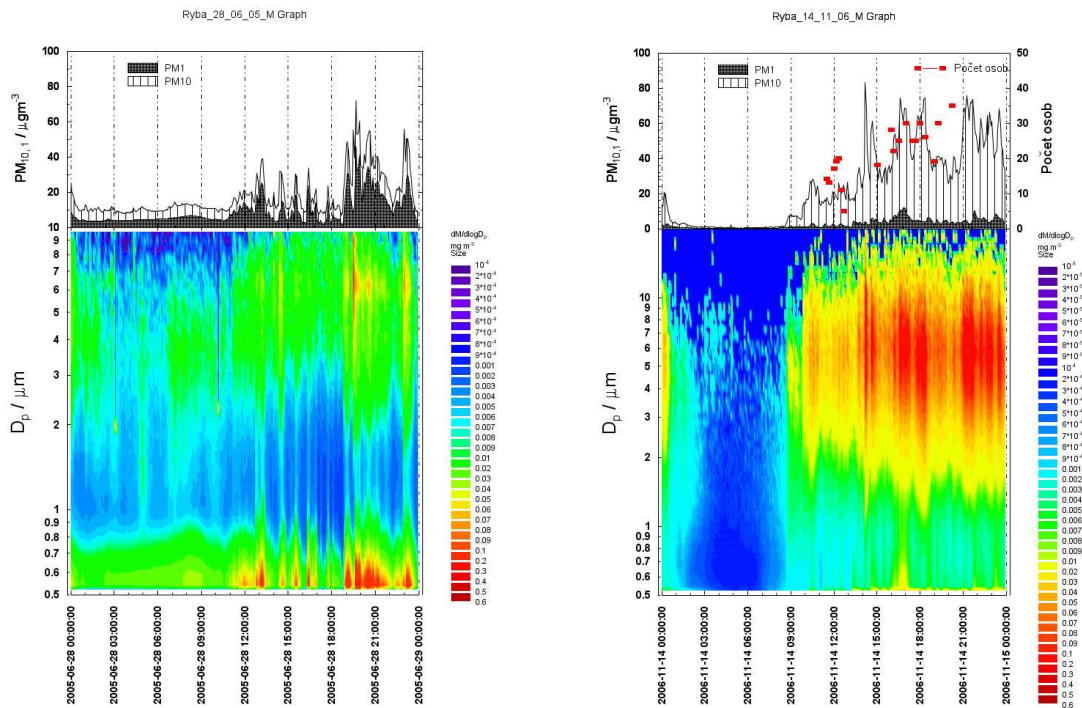


**Obr. č. 7:** Grafické znázornění deníku ze dne 2.6.2008 vztahující se k velikostní distribuci vpravo (graf zobrazuje počet kuřáků, kteří chodili ven, počet otevřených oken a dveří, popř. hoření svíček)

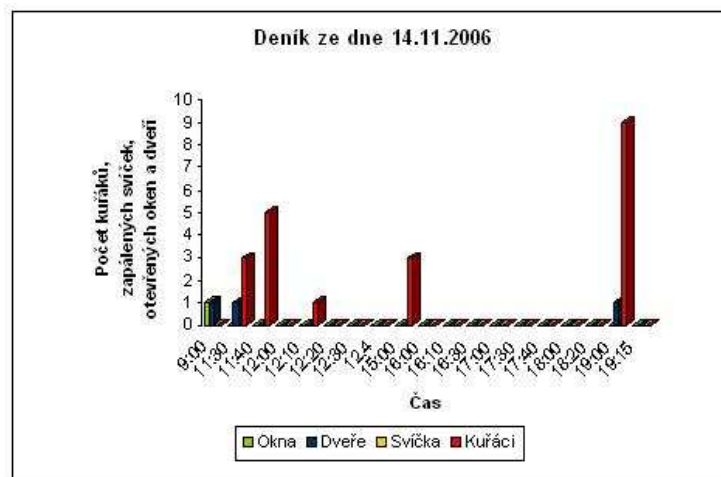


Zde je to obdobné jako u předešlého grafu s tím rozdílem, že po celý den byla otevřená okna a dveře, a také zde nebylo tolik návštěvníků. Proto také jsou koncentrace po celý den nízké. Pouze je zde velké maximum v ranních hodinách po otevření, způsobené pravděpodobně také pohybem osob ve skladu, poněvadž zde byl přítomen jeden člověk.

**Obr. č. 8:** Velikostní distribuce naměřených dní kuřácké (vlevo) a nekuřácké kampaně (vpravo)

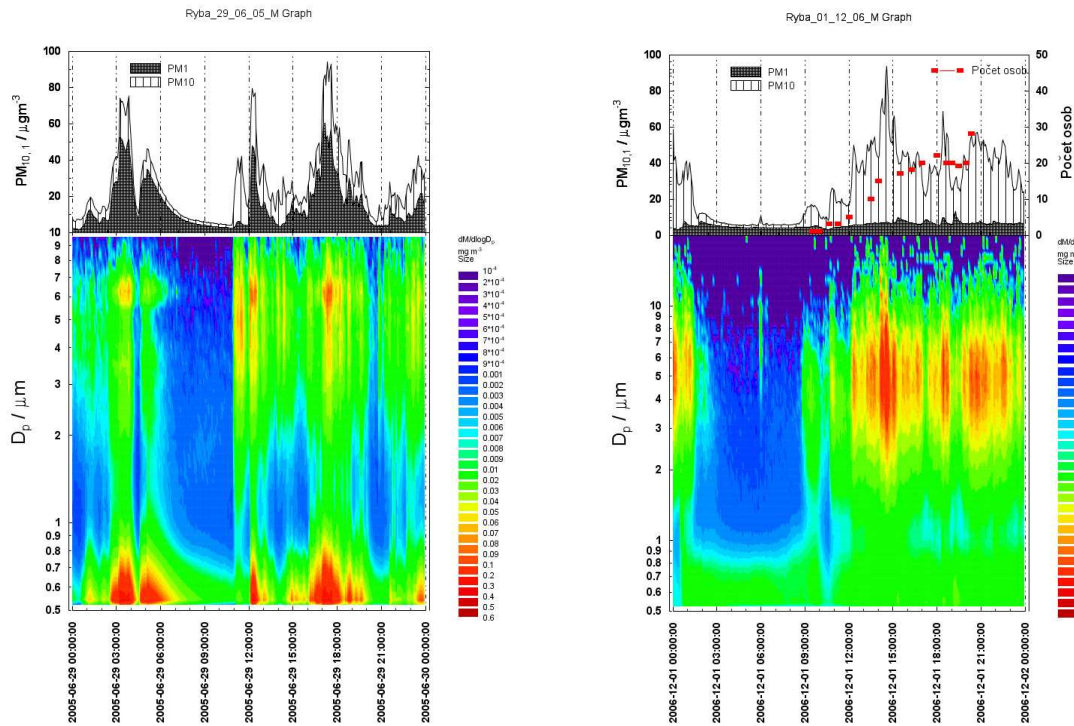


**Obr. č. 9:** Grafické znázornění deníku ze dne 14.11.2006 vztahující se k velikostní distribuci vpravo (graf zobrazuje počet kuřáků, kteří chodili ven, otevřená okna a dveře, popř. hoření svíček)

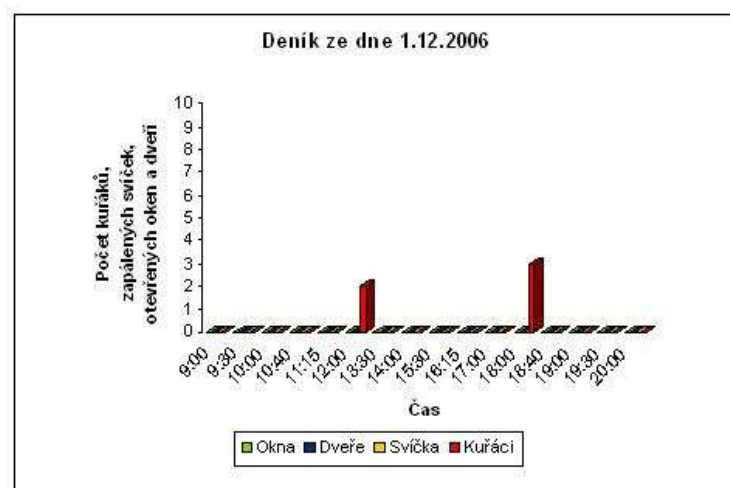


U této distribuce je naopak návštěvnost vysoká, což potvrzuje i deník, kde jsem zapsala, že ve večerních hodinách zde bylo přítomno kolem třiceti lidí. Otevřená okna či dveře se dle mého názoru výrazně neprojevíly.

**Obr. č. 10:** Velikostní distribuce naměřených dní kuřácké (vlevo) a nekuřácké kampaně (vpravo)

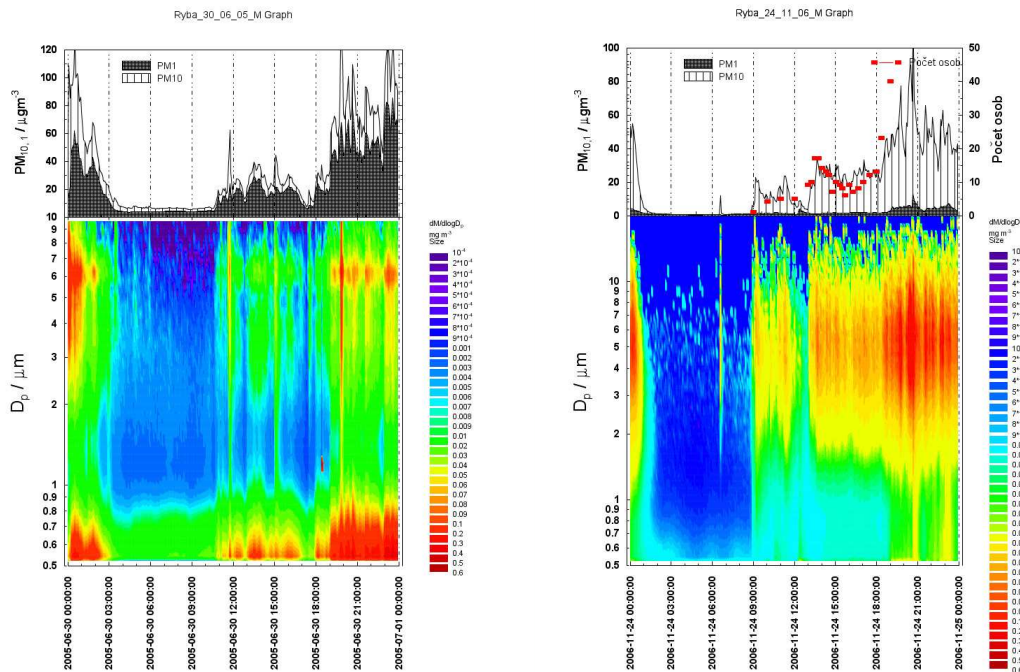


**Obr. č. 11:** Grafické znázornění deníku ze dne 1.12.2006 vztahující se k velikostní distribuci vpravo (graf zobrazuje počet kuřáků, kteří chodili ven, otevřená okna a dveře, popř. hoření svíček)

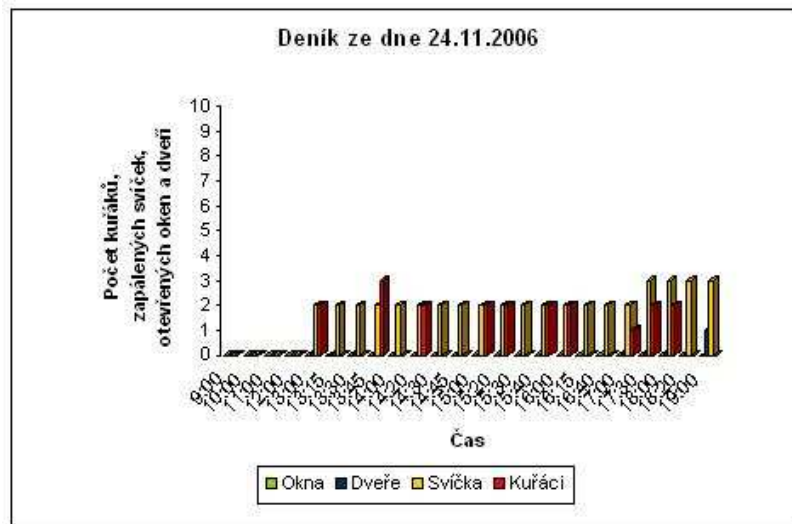


Zde je to obdobně jako u předešlých distribucí. Bylo zde do dvaceti pěti osob, jak lze vidět na mapě nahoře vpravo. Po celý den byly zavřené dveře a okna, to znamená, že lidé tam vířili aerosol, a když se nevětralo, tak nebyla možnost promíchání s venkovní koncentrací.

**Obr. č. 12:** Velikostní distribuce naměřených dní kuřácké (vlevo) a nekuřácké kampaně (vpravo)



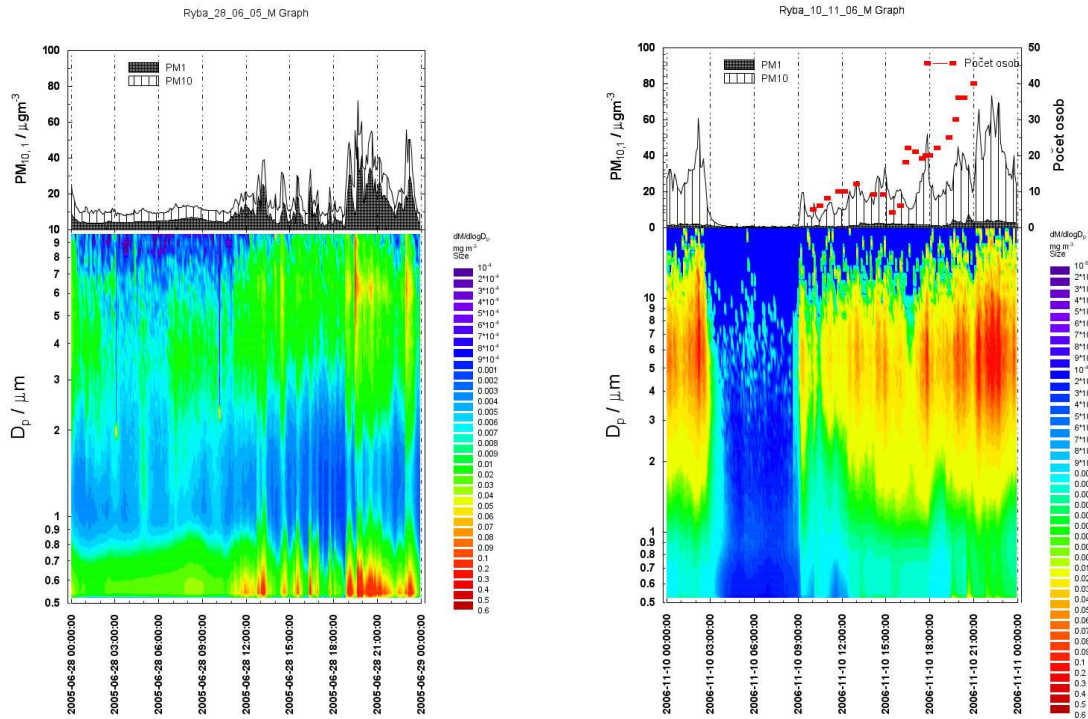
**Obr. č. 13:** Grafické znázornění deníku ze dne 24.11.2006 vztahující se k velikostní distribuci vpravo (graf zobrazuje počet kuřáků, kteří chodili ven, otevřená okna a dveře, popř. hoření svíček)



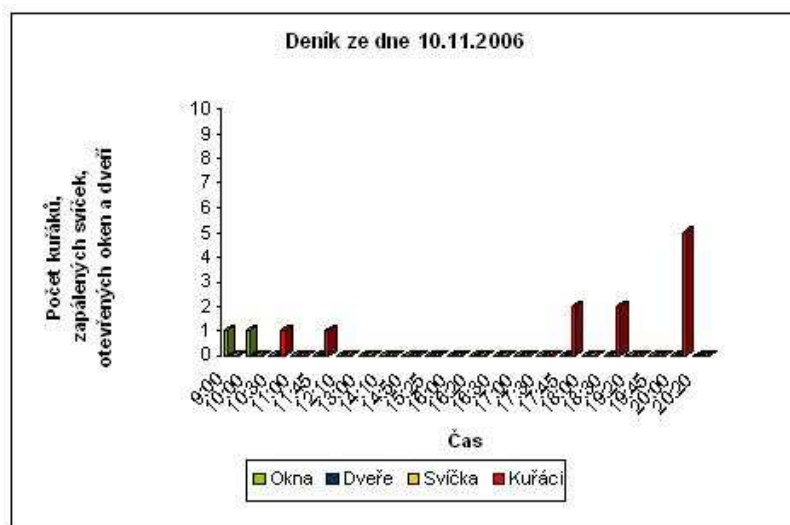
V této velikostní distribuci se objevuje také vysoký počet osob nacházejících se v baru. Ve večerních hodinách zde bylo přítomno až čtyřicet lidí, co je také velice výrazné v barevné mapě, i horním grafu, kde  $PM_{10}$  dosahuje velké hodnoty. V tento den byly otevřeny dveře večer, ale pouhou chvíli, tak si nemyslím, že by to mělo významný vliv na ovzduší.

Také hořely dvě svíčky zhruba od poledne, poté tři od devíti večer, což mohlo také přispět k vyšším koncentracím, obzvláště v těchto večerních hodinách.

**Obr. č. 14:** Velikostní distribuce naměřených dní kuřácké (vlevo) a nekuřácké kampaně (vpravo)



**Obr. č. 15:** Grafické znázornění deníku ze dne 10.11.2006 vztahující se k velikostní distribuci vpravo (graf zobrazuje počet kuřáků, kteří chodili ven, otevřená okna a dveře, popř. hoření svíček)



**Statistické srovnání reprezentativních velikostních distribucí kuřáckého a nekuřáckého dne (28.6.2005 a 10.11.2006):**

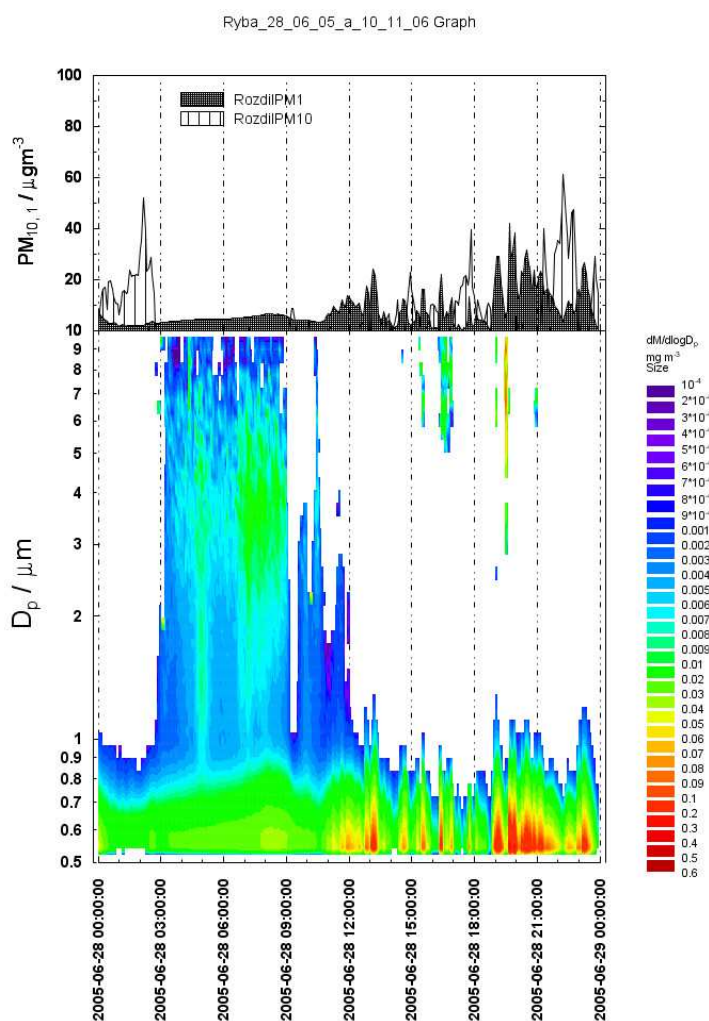
Mean Difference = 0,0027

SE Mean Difference =  $1,68^{-4}$

t = 16,30

**P(t=0) = 0,00**

*Obr. č. 16: Rozdíl reprezentativních distribucí (průměrná distribuce kuřácká mínus průměrná distribuce nekuřácká)*



Průměrná denní koncentrace PM<sub>1</sub> byla dne 28.6. 2005  $8,98 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , u PM<sub>10</sub> to bylo  $17,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Dne 10.11. 2006 to bylo u PM<sub>1</sub> podstatně méně,  $1,46 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , u PM<sub>10</sub> obdobné,  $18,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Rozdíl koncentrací PM<sub>1</sub> je  $15,94 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Bylo testováno, jak se od sebe liší hodnoty koncentrací  $PM_1$  a  $PM_{10}$ , aby se potvrdilo, že se tyto koncentrace výrazně liší. Párový t-test hypotézu potvrdil. Graf znázorňuje rozdíl koncentrací  $PM_1$  a  $PM_{10}$  ze dvou různých dní (kuřácké a nekuřácké kampaně), za podobných probíhajících podmínek ve studentském klubu, což jsem již definovala na začátku. Jak jsme předpokládali, za nekuřáckých kampaní je koncentrace  $PM_1$  vždy nižší, zatímco koncentrace  $PM_{10}$  bývá někdy i vyšší než u kuřáckých kampaní. Což s největší pravděpodobností souvisí s počtem osob přítomných v klubu. Byly testovány všechny velikostní distribuce uvedené v této kapitole se stejnými výsledky, na hladině významnosti 0,05 byly shledány výrazné rozdíly mezi velikostními distribucemi. Průměrná 24hodinová koncentrace  $PM_1$  celé kampaně je také nižší, jedná se přímo o hodnoty  $17,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (kuřácké období) a  $8,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (nekuřácké období).

V následující tabulce jsou uvedeny rozdíly koncentrací  $PM_1$  kuřácké a nekuřácké kampaně, z nichž jsem poté vypočítala odhad přírůstku  $PM_1$  způsobeného kouřením.

Tabulka č. 7: Koncentrace  $PM_1$  kuřácké a nekuřácké kampaně

<i>Kuřácká kampaň</i>		<i>Nekuřácká kampaň</i>	
<b>27.6.2005</b>	9,98 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	<b>2.6.2008</b>	2,27 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>28.6.2005</b>	7,49 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	<b>14.11.2006</b>	7,14 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>29.6.2005</b>	15,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	<b>14.5.2008</b>	2,48 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>30.6.2005</b>	25,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	<b>15.5.2008</b>	11,1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Odhad přírůstku  $PM_1$  koncentrace způsobeného kouřením je tedy  **$8,95 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$** . Tato koncentrace byla vypočítána jako rozdíl průměrných koncentrací vypočítaných dle tabulky č. 16 uvedené výše.

Rozdílové grafy kuřáckých a nekuřáckých dní jasně ukazují, že kouření přispívá výlučně do frakce  $PM_1$ , což potvrzují velké rozdíly průměrných koncentrací jak za celé kampaně, tak denní průměrné koncentrace. Také tomu nasvědčuje fakt, že frakce  $PM_{10}$  se výrazně nezměnila.



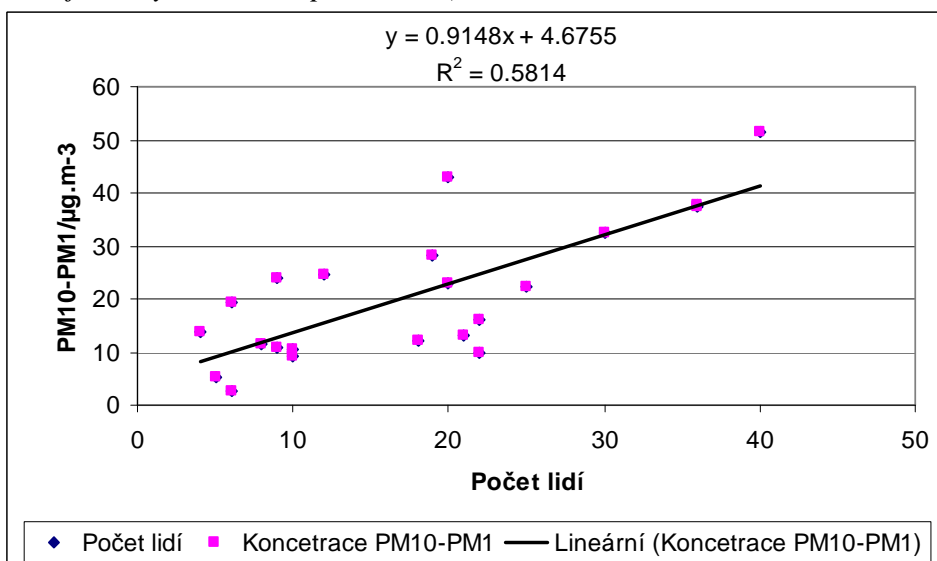
Průměrná hodinová koncentrace  $PM_{10}$  ve studentském klubu, kdy se tam nacházelo kolem deseti lidí, byla  $25,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , zatímco v situaci, kdy zde pobývalo až čtyřicet osob, byla koncentrace  $50,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tedy zhruba dvakrát vyšší. Průměrná hodinová koncentrace  $PM_1$  za kuřácké období studentského klubu byla naměřena  $55,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a nekuřácká koncentrace  $PM_1$   $6,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Koncentrace se tedy snížila zhruba osmkrát.

### ***4.3 Regresní analýza***

V této kapitole jsem si položila otázku, jak se mění koncentrace  $PM_{10}$  v závislosti na počtu lidí v Mrtvé rybě. Z obr. 4, 6, 8, 10, 12 a 14 (konturové barevné mapy za nekuřácké období) vyplývá, že přítomnost hostů generuje hrubý aerosol o aerodynamickém průměru kolem 6 – 7 mikronů. Jedná se o hrubý aerosol o aerodynamickém průměru částice větším nežli 1 mikrometr. Koncentrace rozdílu  $PM_{10}-PM_1$ , tj. hrubý aerosol, jsem kombinovala s daty z deníku, kde jsem zapisovala počet lidí nacházejících se v baru v čase. Takto jsem tedy zjišťovala, jak se zvyšuje koncentrace s přírůstkem návštěvníků. Od koncentrace  $PM_{10}$  jsem odečetla  $PM_1$ , abych tak získala hrubý aerosol, který je právě produkován přítomností lidí.

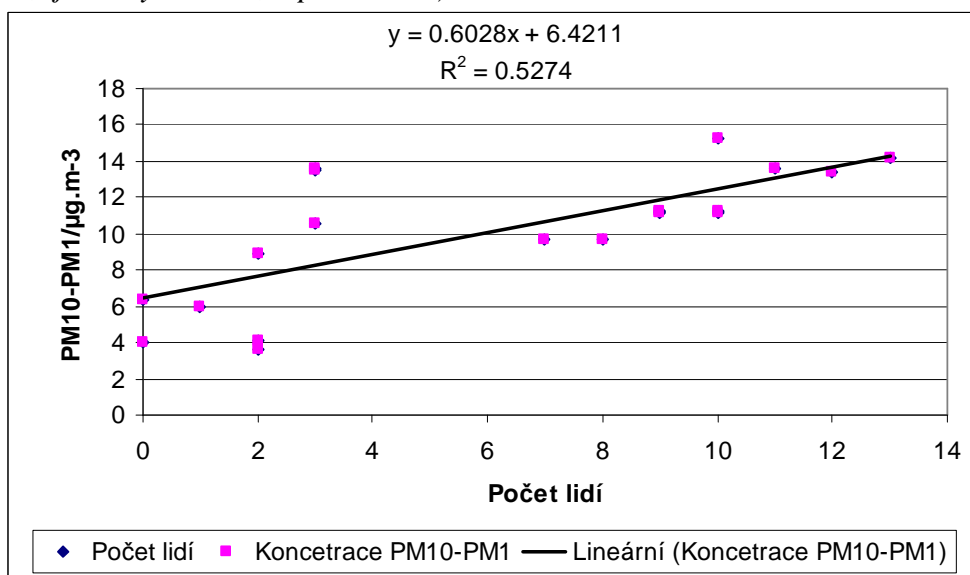
V grafu vyobrazeném níže ze dne 10.11.2006 jsem zkoumala, jestli na sobě závisí počet osob s koncentrací  $PM_{10}-PM_1$ . Korelační analýzou byla tato závislost potvrzena. Korelační koeficient: 0,77.

**Obr. č. 17:** Graf znázorňující závislost mezi zkoumanými veličinami (koncentrace částic  $PM_{10}-PM_1$ , tj. hrubý aerosol, a počet osob) ze dne 10.11.2006



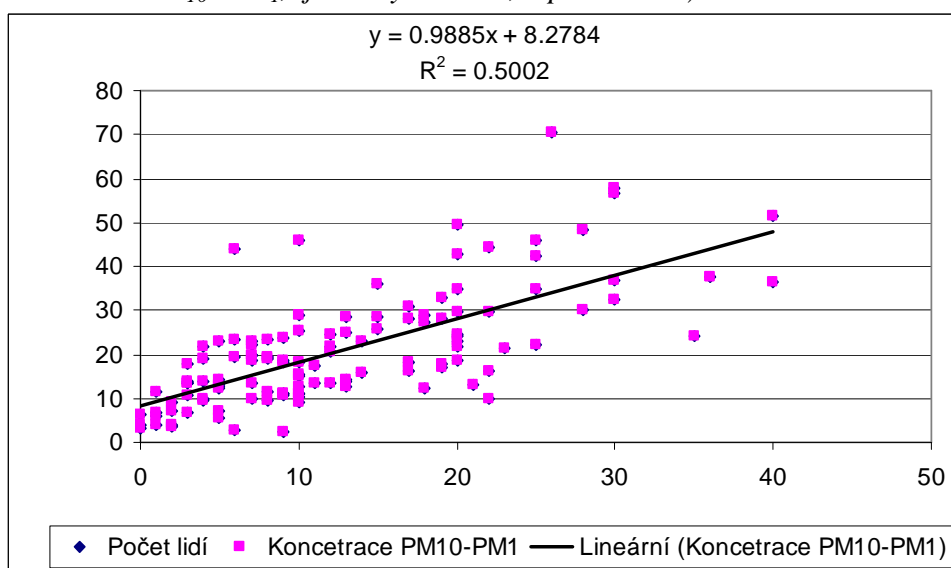
V následujícím grafu ze dne 2.6.2008 jsem opět zjišťovala, zdali na sobě závisí počet osob s koncentrací  $PM_{10}-PM_1$ . Korelační analýzou byla taktéž závislost potvrzena. Korelační koeficient: 0,73.

**Obr. č. 18:** Graf znázorňující závislost mezi zkoumanými veličinami (koncentrace částic  $PM_{10}-PM_1$ , tj. hrubý aerosol, a počet osob) ze dne 2.6.2008



Ze statistické analýzy vyplývá, že čím více osob je v baru přítomno, tím je vyšší koncentrace  $PM_{10}-PM_1$ .

**Obr. č. 19:** Graf znázorňující závislost mezi zkoumanými veličinami reprezentativních dní (koncentrace částic  $PM_{10}-PM_1$ , tj. hrubý aerosol, a počet osob)



Dále jsem v této podkapitole věnovala výpočtu navýšení koncentrace při přírůstku osob v Mrtvé Rybě. Použila jsem k tomu pět reprezentativních dní, které jsem taktéž použila při vytváření statistiky. Zjistila jsem, že např. při příchodu deseti lidí za jednu hodinu, se zvýšila koncentrace  $PM_{10}-PM_1$  o  $14,08 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (o 27 %). Při dalším zkoumání u dalšího dne vyšla koncentrace o  $6,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (o 18 %) vyšší, když za jednu hodinu přibylo pět lidí. Jiný den zase došlo k nárůstu o  $3,95 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (o 11 %), tehdy, když přišlo deset lidí. Při navýšení počtu osob v baru o celých dvacet, stoupla koncentrace  $PM_{10}-PM_1$  o  $11,44 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (o 31 %). Další den to bylo obdobné, při zvýšení počtu návštěvníků o sedm, byla koncentrace větší o  $2,89 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (o 20 %). V jednom případě dokonce naměřená koncentrace vzrostla o  $30,51 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (o 63 %) po příchodu 25 lidí. Průměrně tedy při zvýšení počtu osob o dvanáct za jednu hodinu, se zvýšila koncentrace  $PM_{10}-PM_1$  o 28 %.

Pokud tedy vezmu v úvahu průměr koncentrací  $PM_{10}-PM_1$ , o které se zvýšila celková koncentrace při vstupu návštěvníků do baru, a průměrný počet lidí, mohu říci, že jeden člověk přispěje za jednu hodinu k hrubému aerosolu  $0,95 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

## 5. Diskuze

Jak již bylo zmíněno na počátku a i v průběhu této práce, aerosolové částice, především tedy jejich koncentrace, jsou v poslední době středem pozornosti mnoha vědců, ale i laiků, kteří mají zájem o své dobré zdraví. A právě o to jde, o naše zdraví, které může být vážně a nenávratně poškozeno.

Frakce  $PM_{10}$  je tvořena z velké části prachovými částicemi a frakce  $PM_1$  je charakterizována jako typický příspěvek kouření. (Wallace, 1996) Z tabulek v kapitole 4 Výsledky, vytvořených za tímto účelem, jasně vyplývá, že koncentrace  $PM_{10}$  mají relativně podobné hodnoty z obou kampaní, ale koncentrace  $PM_1$  jsou viditelně nižší za nekuřáckého období. Průměrné 24hodinové koncentrace  $PM_{10}$  kuřáckých dní byly od 17 do 35  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , pro srovnání průměrné koncentrace  $PM_{10}$  nekuřáckých dní byly 7  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  do 34  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . V dny nekuřácké kampaně, kdy bylo úplně zavřeno, byla průměrná 24 hodinová koncentrace od 4 do 10  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , za kuřácké kampaně to bylo od 10  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  do 21  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . To znamená, že za koncentrace  $PM_{10}$  byla obdobná a spíš nižší za přítomnosti hostů, kdežto když bylo zavřeno výrazně nižší. Tudíž se nám podařilo získat velmi rozdílné koncentrace, jak jsme předpokládali, než naměřil p. Gadas (2006). Totéž již bylo prokázáno i u předešlých studií, jakou například dělal p. Ott a kol. (1996). V této studii byly uvedeny naměřené koncentrace v kuřáckých prostředích kolem 70  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a v nekuřáckých se tyto hodnoty pohybovaly kolem 19  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . To je podstatně více, než se podařilo naměřit nám, či p. Gadasovi v roce 2006. J. Carrington ve své studii také prokázala rozdíl koncentrací  $PM_1$  v kuřáckém a nekuřáckém prostředí, nekuřácká koncentrace byla až 68 % nižší. Wallace ve své studii zase naměřil hodnoty od 25 do 45  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . To je také mnohem více, než se podařilo získat u naší studie. Například ve studii pana Jonese byla naměřena průměrná koncentrace  $PM_1$  mezi 9,9-12  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v nekuřáckých bytech. (Jones, 2000) Naše naměřené hodnoty  $PM_1$  jsou tedy výrazně nižší. V jiné studii dosahovala koncentrace  $PM_1$  v nekuřáckých místnostech 17  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . (Neas, 1994)

V klubu „Mrtvá Ryba“ jsme tedy naměřili menší koncentrace než se podařilo získat u jiných studií.

Hlavními faktory ovlivňujícími atmosférický aerosol ve studentském klubu „Mrtvá Ryba“ jsou: přítomnost osob a především jejich počet, přičemž spolu koreluje větší počet osob a vyšší koncentrace  $PM_{10}$ , dále větrání, kouření a hoření svíčky. Když ve studentském klubu hořela svíčka, která je také zdrojem částic jemného aerosolu, nezaznamenala jsem nějakou výraznou změnu na velikostních distribucích. Nejdůležitějším parametrem, který ovlivňuje chování aerosolových částic v místnosti je větrání a právě již zmíněné zdroje aerosolu a jejich intenzita. (Smolík, 2001)

Znečištění vnitřního ovzduší je, jak již bylo zmíněno, ovlivňováno mnoha faktory. Nejdůležitějšími jsou koncentrace venkovního ovzduší, ventilace, používání kamen, apod. Tabákový kouř však hraje prominentní roli. Za přítomnosti kuřáků je 81% koncentrace  $PM_{10}$  složeno z koncentrace  $PM_1$ . Kouření je zdrojem výhradně částic s aerodynamickým průměrem do 1  $\mu m$  (frakce  $PM_1$ ). V nekuřáckých prostředích je vliv větrání a venkovního ovzduší odlišný. (Stranger, Grieken, 2003). Částice jemného aerosolu mají největší schopnost se infiltrovat mezi venkovním a vnitřním prostředím. (Domasová, 2003)

Chování aerosolových částic např. v kanceláři je významně ovlivněno otevřenými dveřmi či okny anebo naopak zavřenými. Když byly dveře zavřeny po celý den, koncentrace částic byla uvnitř nižší než venku na chodbě. To ukazuje na to, že se musí brát ohled na tuto skutečnost, tedy i přesto, že dochází k infiltraci při zavřených dveřích, nedochází k tak velké výměně částic. Dále je zajímavé, že nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi zavřenými dveřmi celý den a zavřenými dveřmi, ale s vcházením a vycházením lidí. Pokud byly otevřeny dveře i okna, můžeme pozorovat náhlé vyrovnání koncentrací uvnitř a venku. Poté, co byly dveře spolu s okny zavřeny, následoval úbytek částic v místnosti. Podobné chování bylo vypořádováno taktéž s kouřením. (Smolík, 2003) Pokud tedy v místnosti není významný zdroj

částic, je koncentrace nižší uvnitř než venku. (Franck, 2006) Větrací systém v kanceláři se ukázal být velmi účinným při odstraňování jemných částic aerosolu. (Hämeri, 2003)

Bylo vysledováno, že čím více lidí se ve studentském klubu pobývá, tím větší je koncentrace částic, resp. koncentrace  $PM_{10}$ . V kapitole Výsledky jsem se zabývala závislostí počtu lidí a koncentrace  $PM_{10}$ . Zjistila jsem, že při zvýšení počtu osob průměrně o dvanáct za jednu hodinu, se zvýšila koncentrace  $PM_{10}$  o 28 %. Dále jsem pozorovala, jak vypadají koncentrace  $PM_{10}$  s lišícími se zapisovanými parametry. Porovnála jsem dva dny, které měly obdobný průběh, ani jeden den nebyla zapálena svíčka, u jednoho byly zavřené dveře i okna po celý den, u druhého naopak otevřené dveře i okna po většinu části dne, kde byla naměřena větší koncentrace  $PM_{10}$  než u prvního, přestože zde byl večer i po celý den zhruba stejný počet návštěvníků. To bylo s největší pravděpodobností dáno vnější koncentrací. U dalšího dne se zase neprokázal významný vliv hoření svíčky, koncentrace byla podobná jako u jiných dní. Pro zajímavost zde chci uvést podobný případ, v kancelářích byly také prokázány vyšší koncentrace  $PM_{10}$ , a to právě v pracovní dobu, kdy tam prokazatelně byli lidé. Mimo tuto dobu byly naměřeny koncentrace nižší. (Kondej, Jankowska, 2004)

Kouření venku u dveří se nijak neprojevovalo na velikostních distribucích z nekuřáckých kampaní. Nebyl prokázán vliv na vnitřní prostředí v budově studentského klubu.

Grafická znázornění jednotlivých dní našich kampaní, zobrazena v grafických přílohách, nám umožňují na první pohled vidět, co se zhruba ve studentském klubu odehrávalo. Soboty a neděle, tedy dny, kdy bylo zavřeno, (i když v neděli večer otevírali, což lze z grafů vyčíst), byla přirozeně koncentrace aerosolových částic nízká nebo nižší. Ve všední dny, tedy kdy bylo otevřeno, je názorně vidět, v kolik hodin zhruba zavírali a otevírali „Mrtvou Rybu“, zpravidla to bylo do třetí hodiny v noci. Pak došlo k poklesu koncentrace částic, zřejmě díky sedimentaci částic hrubého modu. V devět hodin ráno, kdy otevírali, došlo opět k vzestupu koncentrací částic, v průběhu dne tato koncentrace kolísala v závislosti na

počtu návštěvníků. Pokud bylo ve studentském klubu mnoho hostů, např. až čtyřicet lidí, byla poté průměrná 24hodinová koncentrace u  $PM_1$   $4,88 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a u  $PM_{10}$   $20,52 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (ze dne 24.11.2006). Některé dny byly zaznamenány vysoké koncentrace  $PM_1$ , což je přisuzováno kouření, ale nemohu to nijak dokázat, protože k tomu došlo již v nočních hodinách, kdy jsem nebyla už přítomna. Také u některých dní došlo k výrazným vysokým koncentracím, ale jednalo se o nestandardní situace. Celková průměrná koncentrace  $PM_1$  byla však nižší, což je pro nás směrodatné.

Ke shrnutí bych tedy jen ráda zmínila důležitost specifických zdrojů částic ve vnitřních prostorech. Vnitřní a venkovní koncentrace částic koreluje za podmínky žádného zdroje uvnitř. Meteorologické parametry jsou taktéž velmi důležité. Specifické aktivity vnitřní prostředí jako vaření, prachové částice, a nebo kouření, vedou jednoznačně ke zvýšení koncentrací PM. (Lazaridis, 2003)

Velice zajímavá je skutečnost, že když byli v místnosti lidé, kteří kouřili, a otevřeli okno, aby vyvětrali, koncentrace částic byla přesto vyšší. Koncentrace  $PM_1$  a  $PM_{10}$  se pohybovaly v rozmezí  $50 - 570 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jedná se také o velice vysoké hodnoty koncentrací. Poté bylo vyzkoušeno omezení kouření v místnosti spolu se zavřenými okny a výsledná koncentrace se rapidně snížila a nedosahovala ani  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Bylo prokázáno, že koncentrace jemného aerosolu v létě významně nekolísá, a koncentrace hrubého aerosolu může být nižší v zimním období. Velkou měrou do této problematiky zasahuje chemické složení aerosolu. (D'Alessandro a kol., 2003)

## 6. Závěr

Hlavním faktorem ovlivňujícím množství atmosférického aerosolu ve studentském klubu „Mrtvá Ryba“ je přítomnost osob a jejich počet. Čím více lidí zde pobývá, tím větší jsou koncentrace  $PM_{10}$  naměřeny. Dalším důležitým faktorem je větrání, a to jak mechanické, tak přirozené např. v létě otevřená okna a dveře. Tak se vyrovná vnější a vnitřní prostředí, a množství aerosolu je pak dáno více vnějšími podmínkami. Pokud je vše zavřeno a nikdo se ve studentském klubu nevyskytuje, může zase lehce docházet k sedimentaci částic hrubého modu, tak dojde také k poklesu aerosolových částic, a je to zcela viditelné na skoro všech grafech v přílohové části, kdy lze jasně rozpoznat, kdy zhruba byla „Mrtvá Ryba“ otevřena a zavřena.

Z výsledků vyplývá, že koncentrace  $PM_1$  jsou o poznání nižší než za kuřáckého období, a to o  $8,95 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , což je vlastně příspěvek daný kouřením. Zatímco koncentrace  $PM_{10}$  nabývá stejných a někdy vyšších hodnot. To je pochopitelné vzhledem k tomu, že se ve studentském klubu nekouřilo, a pobývali zde „jen hosté“, a nebyl přítomen žádný jiný významný zdroj aerosolových částic.

Průměrná hodinová koncentrace  $PM_{10}$  se dvakrát zvýšila poté, co se zvětšil počet přítomných osob z deseti na čtyřicet. Průměrná hodinová koncentrace  $PM_1$  se v nekuřáckém prostředí snížila zhruba osmkrát oproti kuřáckému. Průměrně jeden člověk přispěje ke koncentraci hrubého aerosolu  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Jsem přesvědčena o tom, že zákaz kouření v restauracích, barech, klubech a kavárnách je významným krokem správným směrem. Především tedy kvůli škodlivosti kouření jako takovému, kvůli problematickému pasivnímu kouření, a také omezování, stále ještě většinové, nekuřácké populace, a v neposlední řadě také kvůli nevábné vůni, která také je určitě nemalým problémem. Problematika znečištění vnitřního ovzduší budov je velice zajímavá, ale



také závažná. Je přece důležité, aby vzduch, který dýcháme, byl „čistý“ a „nezávadný“, neboť si kolikrát nemůžeme vybrat, který vzduch chceme či nechceme dýchat.

Pevně doufám, že tato práce poslouží jako podklad pro další studium a zkoumání této problematiky.

## ***7. Použitá literatura***

Adesi, F. B., Vizzini, L., Merletti, F., Richiardi, L. (2006) Short-term effects of Italian smoking regulation on rates of hospital admission for acute myocardial infarction. *European Heart Journal*, vol. 27: 2468-2472

Asmi, A., Kulmala, M., Pirjola, L., (1999) Modelling of indoor air aerosol size distributions with a sectional model. *Journal of Aerosol Science*, vol. 30: 719-720

Carrington, J, Watson, A. F. R., Gee, I. L. (2003) The effects of smoking status and ventilation on environmental tobacco smoke concentrations in public areas of UK pubs and bars. *Atmospheric Environment*, vol. 37: 3255-3266

ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav), Imisní limity. Dostupné na: [www.chmi.cz/uoco/limit/imlim.html](http://www.chmi.cz/uoco/limit/imlim.html), staženo dne 18.1.2010

EPA (Environmental Protection Agency), National Ambient Air Quality Standards. Dostupné na: <http://www.epa.gov/air/criteria.html>, staženo dne 17.7.2009

D'Alessandro, A. a kol. (2003) Assessment of particulate matter composition and sources in urban air. *Journal of Aerosol Science*, vol. 39: 827-849

DeMarini, D. M. (2004) Genotoxicity of tobacco smoke and tobacco smoke condensate: A review. *Mutation Research*, vol. 567: 447-474

Domasová, M., Řezáčová, P., Braniš, M., Hovorka, J., (2003) Elemental carbon in indoor urban PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>. *Journal of Aerosol Science*, vol. 1: 435-436

Franck, U., a kol. (2001) Indoor and outdoor fine particulates. *Environmental Toxicology*, 21 (6): 606-613

Franck, U. a kol. (2006). Indoor and outdoor submicrometer particles: Exposure and epidemiologic relevance. *Journal of Aerosol Science* 11: 435-444

Friedlander, K.S. (2000), *Smoke, Dust and Haze, Fundamentals of Aerosol Dynamics*, Oxford University Press, New York, 407 str.

Gadas, P. (2006) Případová studie „Mrtvá Ryba“ (diplomová práce)

Hämeri, K., a kol (2003) Indoor and outdoor particle size characterization at a family house in Espoo–Finland. *Atmospheric Environment*, vol. 39: 3697-3709

Hecht, S. S. (1999) Tobacco smoke carcinogens and lung cancer. *Journal of the National Cancer Institut*, vol. 91: 1194-1210

Hinds, W. (1999) *Aerosol Technology*, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, USA, 483 str.

Hovorka, J., a kol. (2001) Wintertime PM<sub>10</sub> elemental composition and source apportionment in Prague and Benešov, Czech Republic, *Journal of Aerosol Science*, vol. 32: 783

Hussein, T., Glytsos, T., Ondráček, J., Dohányosová, P., Ždímal, V., Hämeri, K., Lazaridis, M., Smolík, J., Kulmala, M. (2006) Particle size characterization and emission rates during indoor activities in a house. *Atmospheric Environment*, vol. 40: 4285-4307

Hůnová, I., Janoušková, S. (2004) Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší, Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, 144 str.

Jones, N.C., Thornton, C. A., Mark, D., Harrison, R. M. (2000) Indoor/Outdoor relationships of particulate matter in domestic homes with roadside, urban and rural locations. *Atmospheric Environment*, vol. 34: 2603-2612

Kondej, D., Jankowska, E. (2004) Dust particles at industrial and office workplaces. *Journal of Aerosol Science*, vol. 7: 1123-1128

Lazaridis, M., a kol. (2003) Indoor/outdoor particulate matter measurements in two residential houses in Oslo, Norway. *Journal of Aerosol Science*, vol. 58:346-56

Liu, Y.H. Benjamin (1976) Fine particles, Aerosol Generation, Measurement, Sampling and Analysis, Academic Press, Inc., 837 str.

Mapy.cz. Dostupné na [www.mapy.cz/st=ssss=1ssq=Ben%C3%A1/Praha%2](http://www.mapy.cz/st=ssss=1ssq=Ben%C3%A1/Praha%2), staženo dne 12.3.2009

Musil, J., (2010) Určit hranici, kolik vykouřených cigaret škodí, nelze. Dostupné na: [www.zdravi.idnes.cz/urcit-hranici-kolik-vykourenych-cigaret-skodi-nelze/zdravi.asp?A100317\\_141311](http://www.zdravi.idnes.cz/urcit-hranici-kolik-vykourenych-cigaret-skodi-nelze/zdravi.asp?A100317_141311)

Nair, P. R. a kol. (2001) Chemical composition of aerosol particles over the Arabian Sea and the Indian Ocean regions during the INDOEX (FFP-98) cruise – Preliminary results. Current science (supplement), vol. 80: 171 - 175

Neas, L.M. a kol. (1994) Concentration of indoor particulate matter as a determinant of respiratory health children. American Journal of Epidemiology, vol. 11: 1088-1099

Ojanen, J., a kol. (2004) Continuous, real-time PM<sub>2,5</sub> measurement of dried and moist urban aerosol particles. Journal of Aerosol Science, vol. 35: 705-706

Ott, W., Switzer, P., Robinson, J. (1996) Particle concentrations inside a tavern before and after prohibition of smoking: Evaluating the performance of an indoor air quality model. Air and Waste Manager, vol. 46: 1120 - 1134

Pakhale, S. S., Maru, G. B. (1998) Distribution of major and minor alkaloids in tobacco, mainstream and sidestream, smoke of popular Indian smoking products. Food and Chemical Toxicology, vol. 36: 1131-1138

Pope, C. A., Delbert, J. E., Gold, D. R., Pang, Y., Nielsen, K. R., Nath, P., Verrier, L. R., Kanner, R. E. (2001) Acute exposure to environmental tobacco smoke and heart rate variability. Environmental Health Perspectives, vol. 109: 711-716

Provazník, K., (1998) Manuál prevence v lékařské praxi, Státní zdravotní ústav Praha, Národní program zdraví, 622 str.

Rogge, W. F., Hildeman, L. M., Mazurek, A. M., Cass, G. R., Simoneit, B. R. T., (1994) Sources of fine organic aerosol: Cigarette smoke in the urban atmosphere. *Environmental Science*, vol: 28: 1375-1388

Smolík, J., a kol. (2001) Indoor particle concentrations in family house: Effect of different indoor activities. *Journal of Aerosol Science*, vol. 1:407 – 408

Smolík, J., a kol. (2003) Time and size resolved indoor/outdoor aerosol particle concentrations in a office. *Journal of Aerosol Science*, vol. 31: 409-410

Stranger, M., Greiken, R. (2003) Indoor and outdoor air pollutants in residences and schools in and around Antwerp, Belgium. *Journal of Aerosol Science*, vol. 6: 454-463

Šimánek, V. (2009) Platná legislativa související s kouřením. Dostupné na:  
<http://www.stop-koureni.cz/protikuracka-legislativa-v-cr>, staženo dne 8.3.2010

Šrámková, N. (2010) Protikuřácký zákon. Dostupné na:  
<http://www.finance.cz/zpravy/finance/60429-protikuracky-zakon-----plati/>, staženo dne 8.3.2010

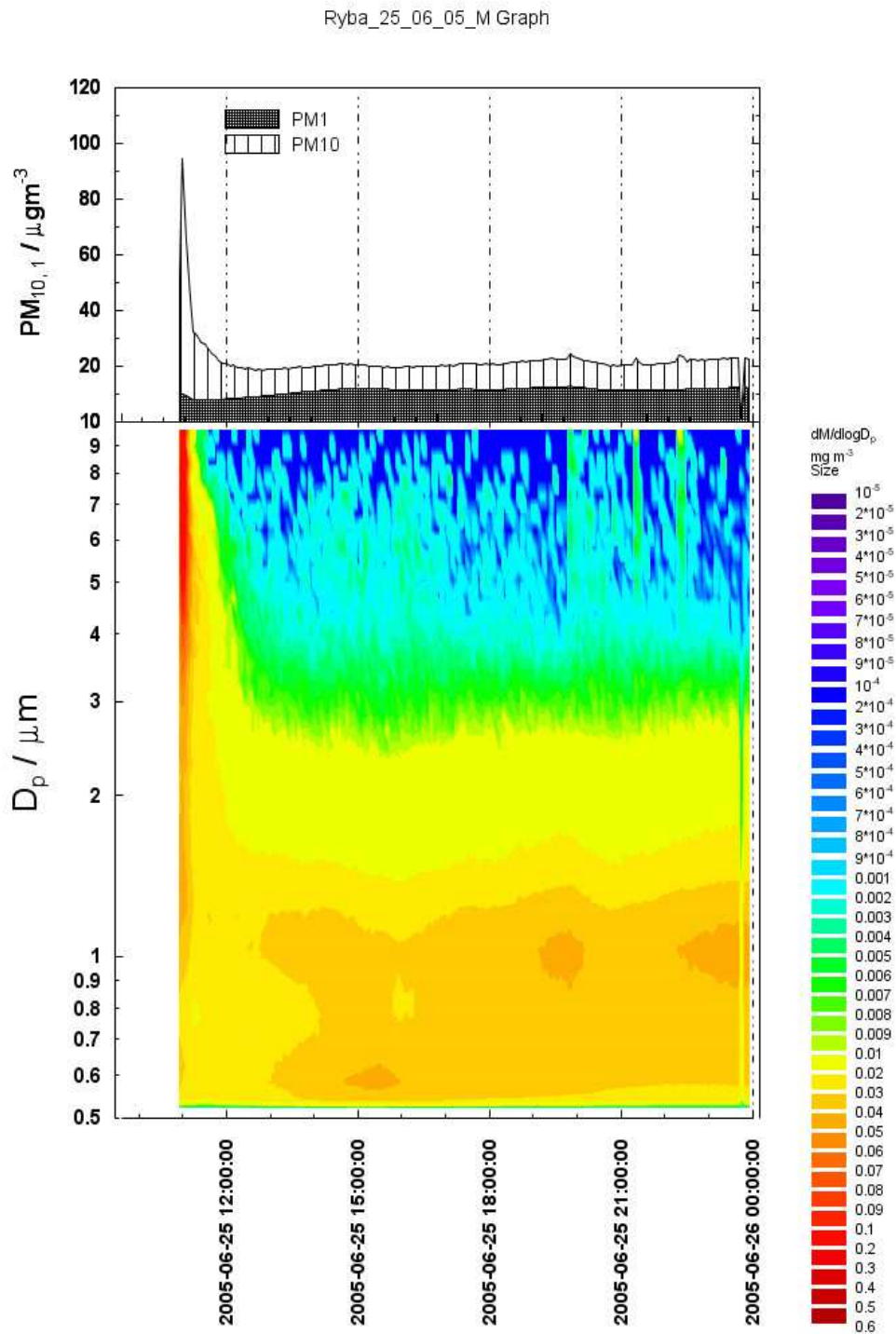
TSI Aerodynamic particle sizer, dostupné na:  
[http://www.tsi.com/en-1033/products/aerodynamic\\_particle\\_sizer %AE\\_spectrometer.aspx](http://www.tsi.com/en-1033/products/aerodynamic_particle_sizer_%AE_spectrometer.aspx),  
staženo dne 12.7.2009

Wallace, L. (1996) Indoor particles: A review. *Air and Waste Manage*: vol. 46: 98-126

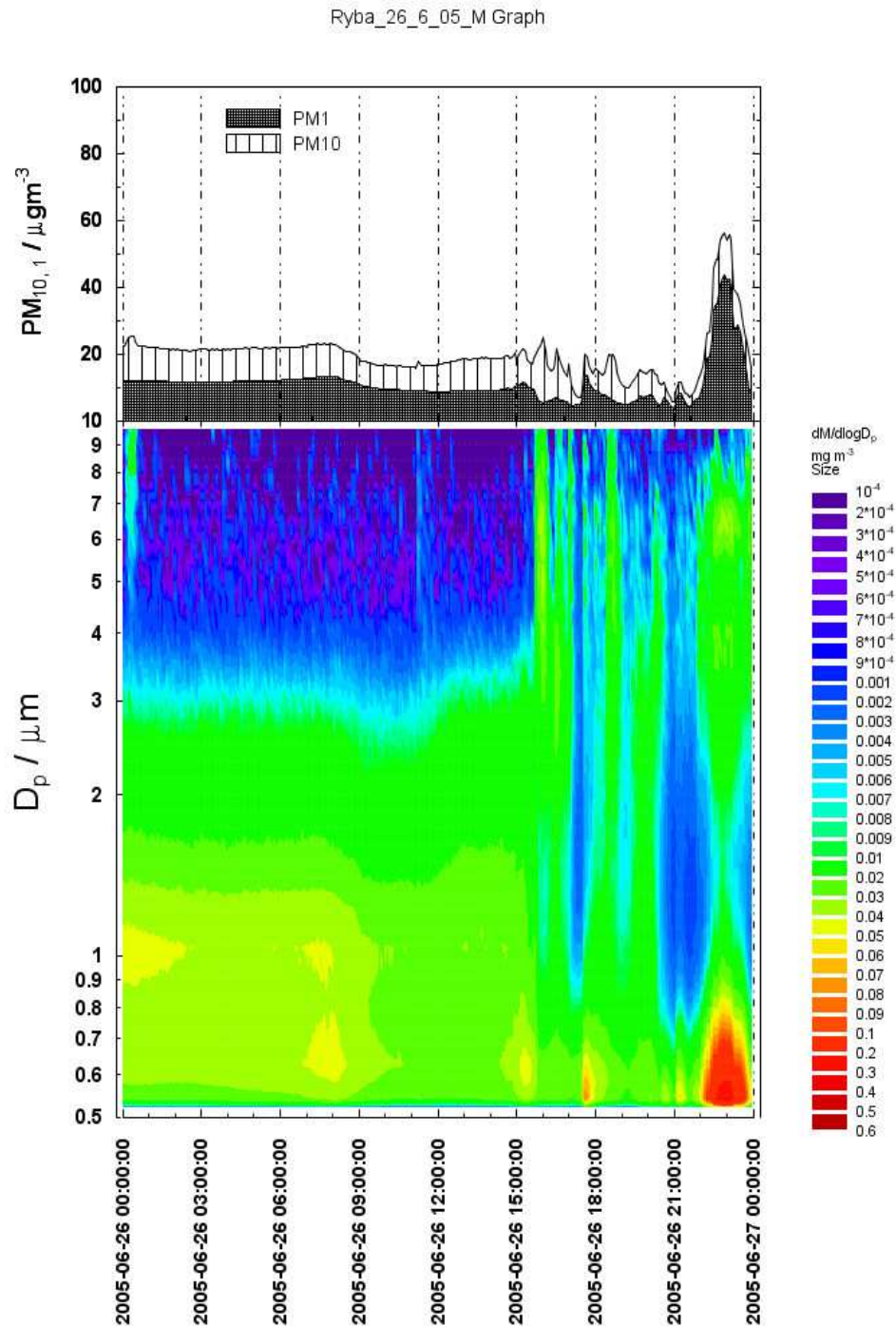
## ***8. Grafické přílohy***

## 8.1 Grafy (2005)

8.1.1 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 25.6.2005 (sobota) (Gadas, 2006) – den kuřácké kampaně (otevřeno).

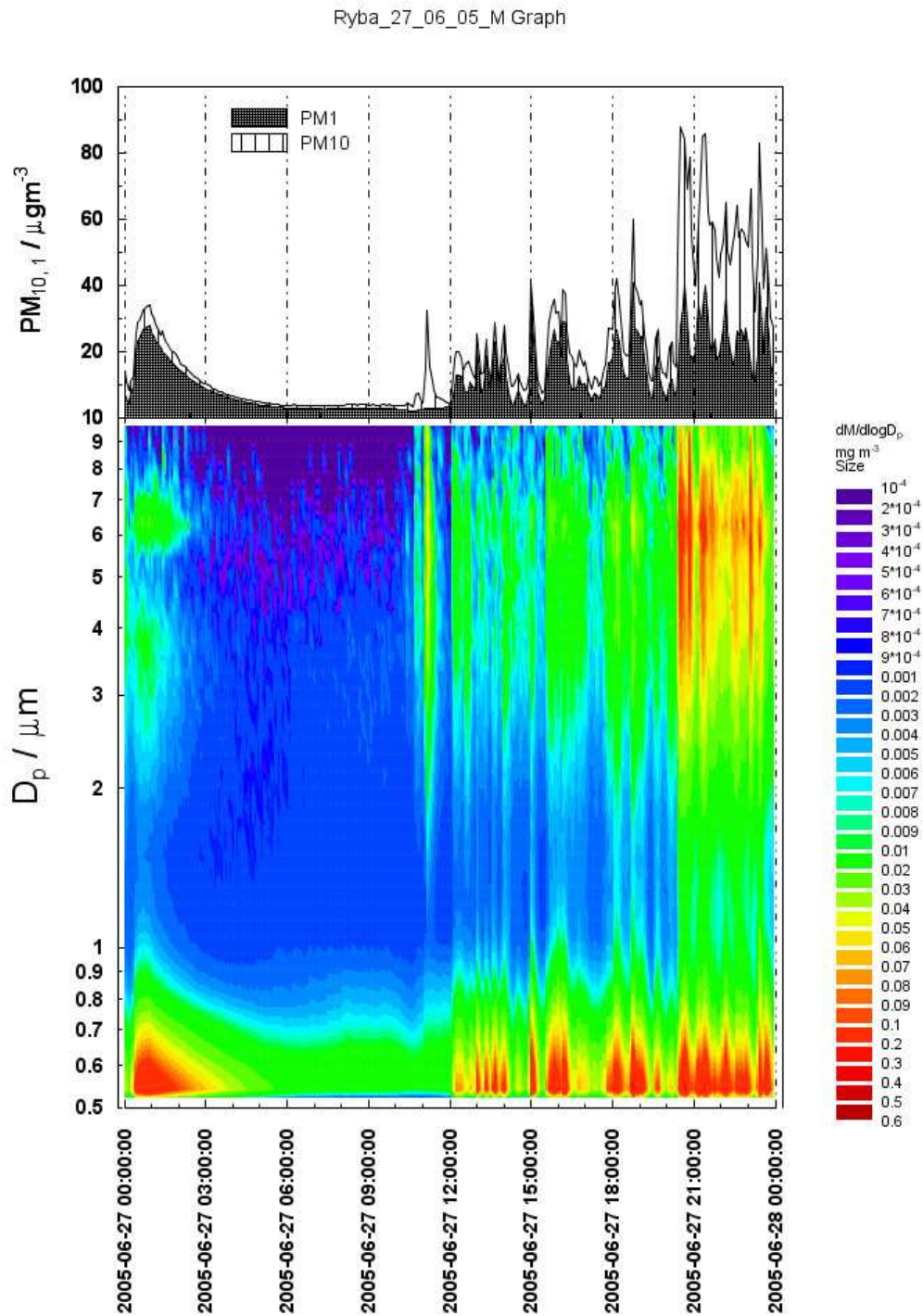


8.1.2 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 26.6.2005 (neděle)  
(Gadas, 2006) – den kuřácké kampaně (zavřeno).



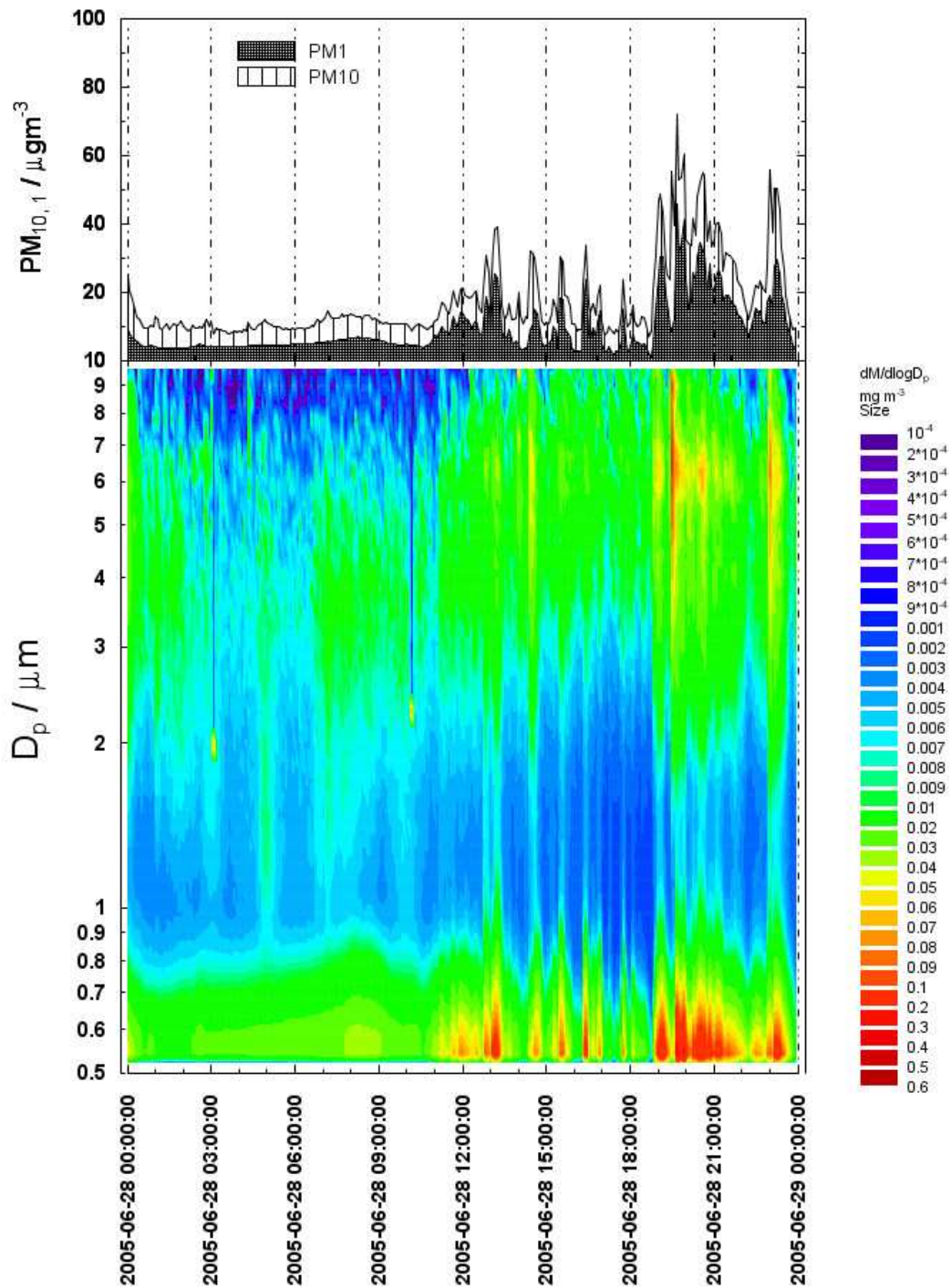


8.1.3 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 27.6.2005 (pondělí)  
(Gadas, 2006) – den kuřácké kampaně (otevřeno).



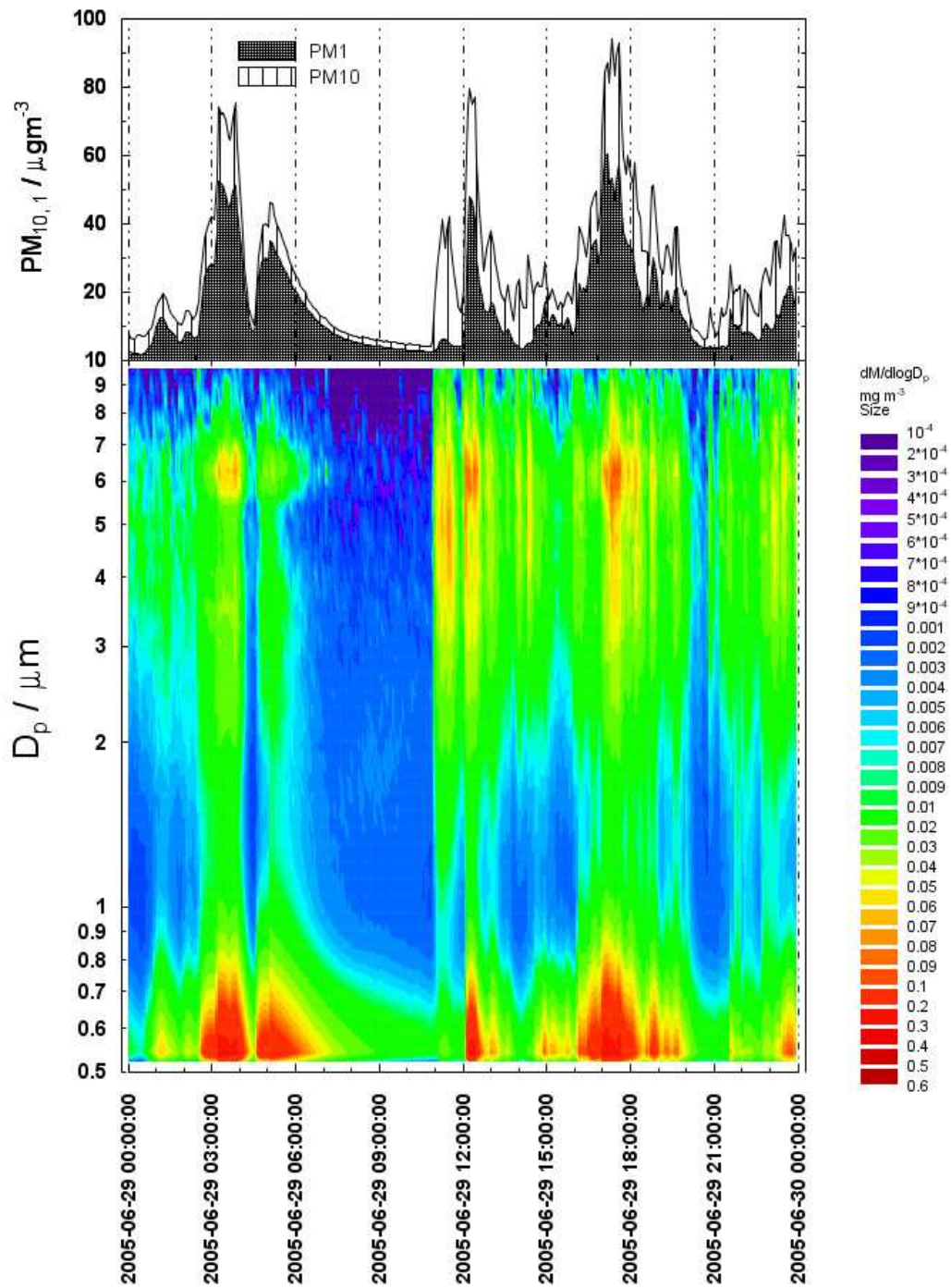
8.1.4 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 28.6.2005 (úterý) (Gadas, 2006) – den kuřácké kampaně (otevřeno).

Ryba\_28\_06\_05\_M Graph

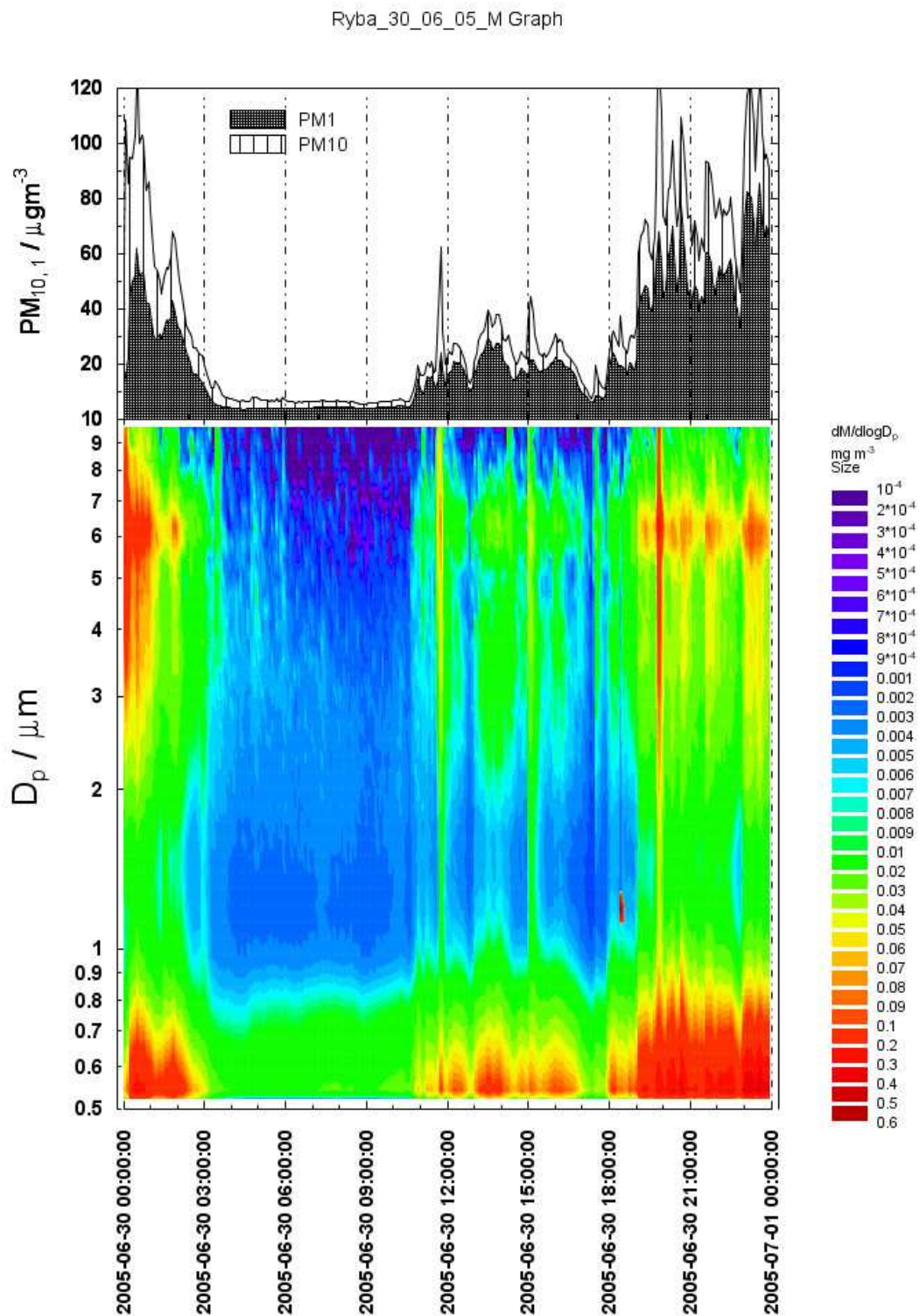


8.1.5 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 29.6.2005 (středa)  
(Gadas, 2006) – den kuřácké kampaně (otevřeno).

Ryba\_29\_06\_05\_M Graph

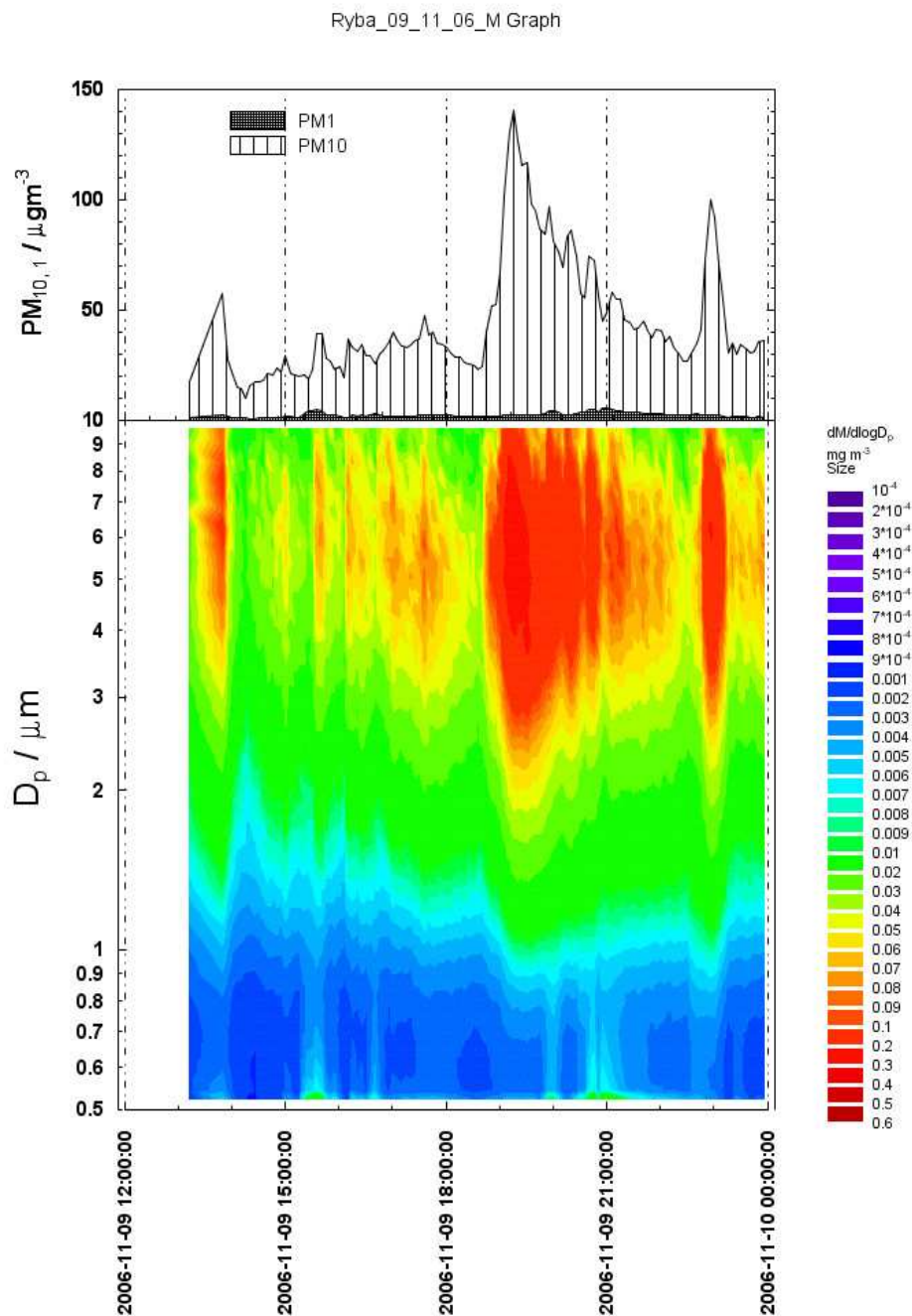


8.1.6 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 30.6.2005 (čtvrtek)  
(Gadas, 2006) – den kuřácké kampaně (otevřeno).



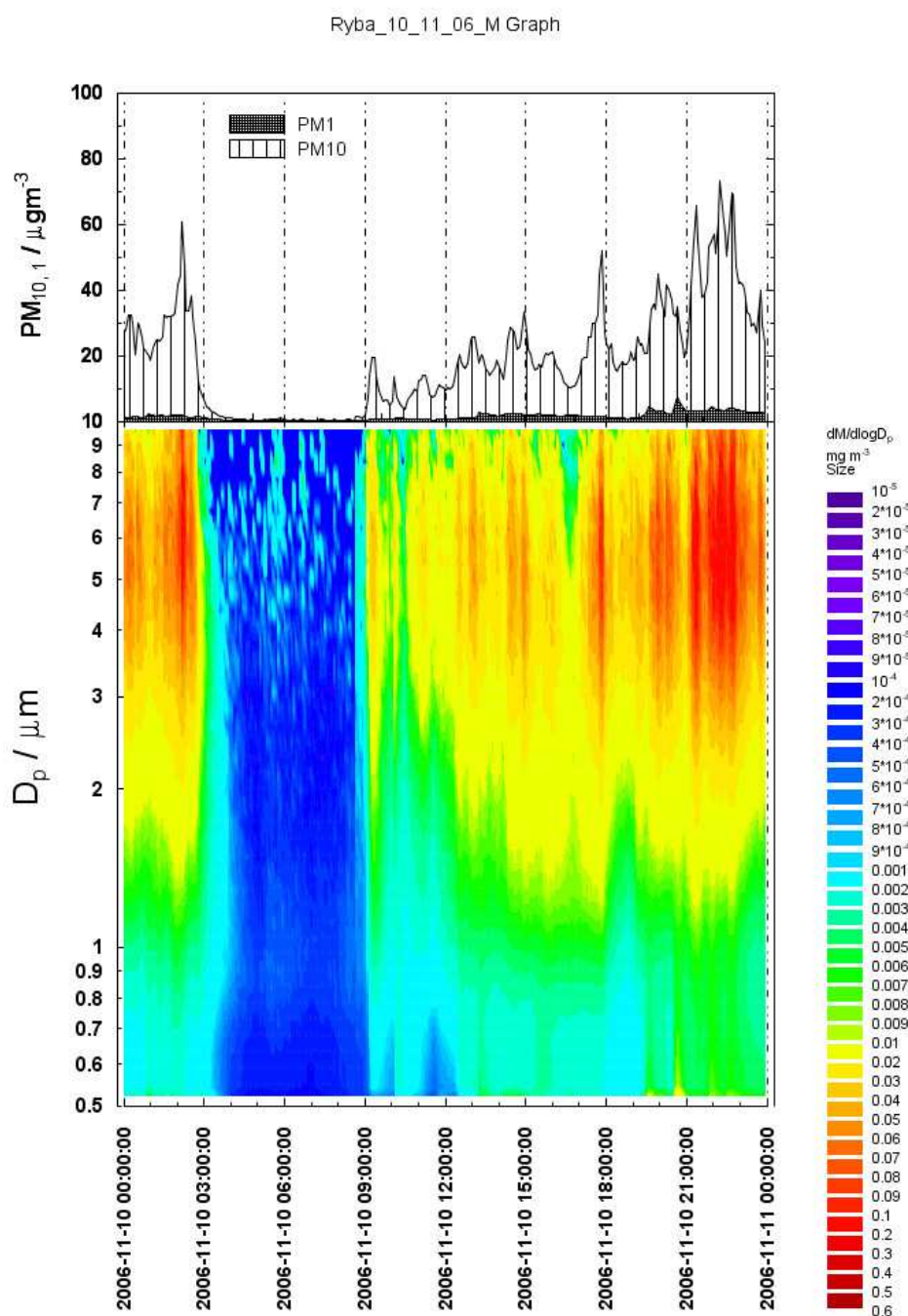
## 8.2 Grafy (2006)

8.2.1 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 9.11.2006 (čtvrtek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



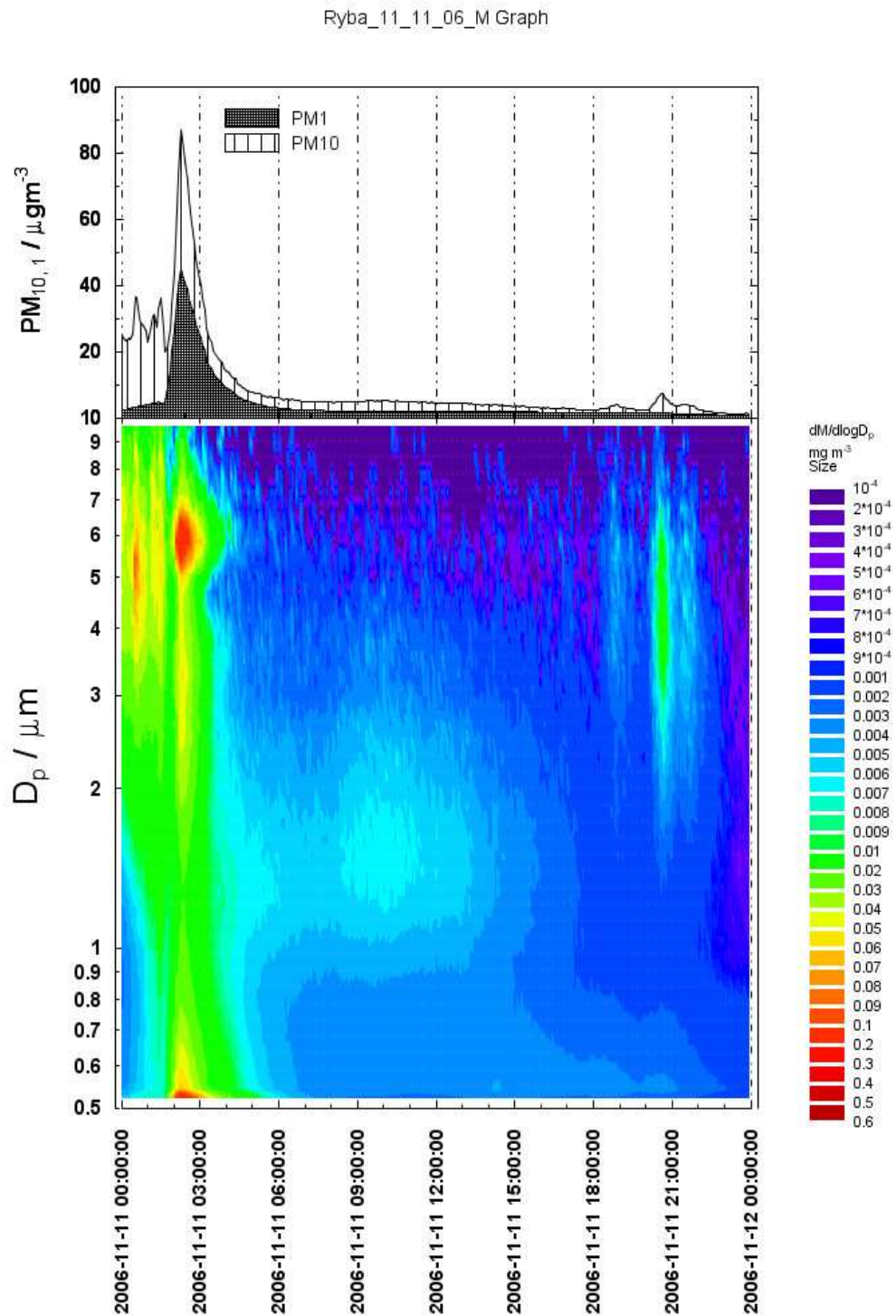
Dne 9.11.2006 byl přístroj v Rybě zapnut po jedné hodině odpolední. Odpoledne se zde průběžně nacházelo kolem maximálně deseti lidí a večer počet vystoupal na zhruba třicet lidí. Okna i dveře byla po celý den zavřená. O půl čtvrté byli venku dva kuřáci, poté kolem šesté a po osmé hodině tři kuřáci.

8.2.2 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 10.11.2006 (pátek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



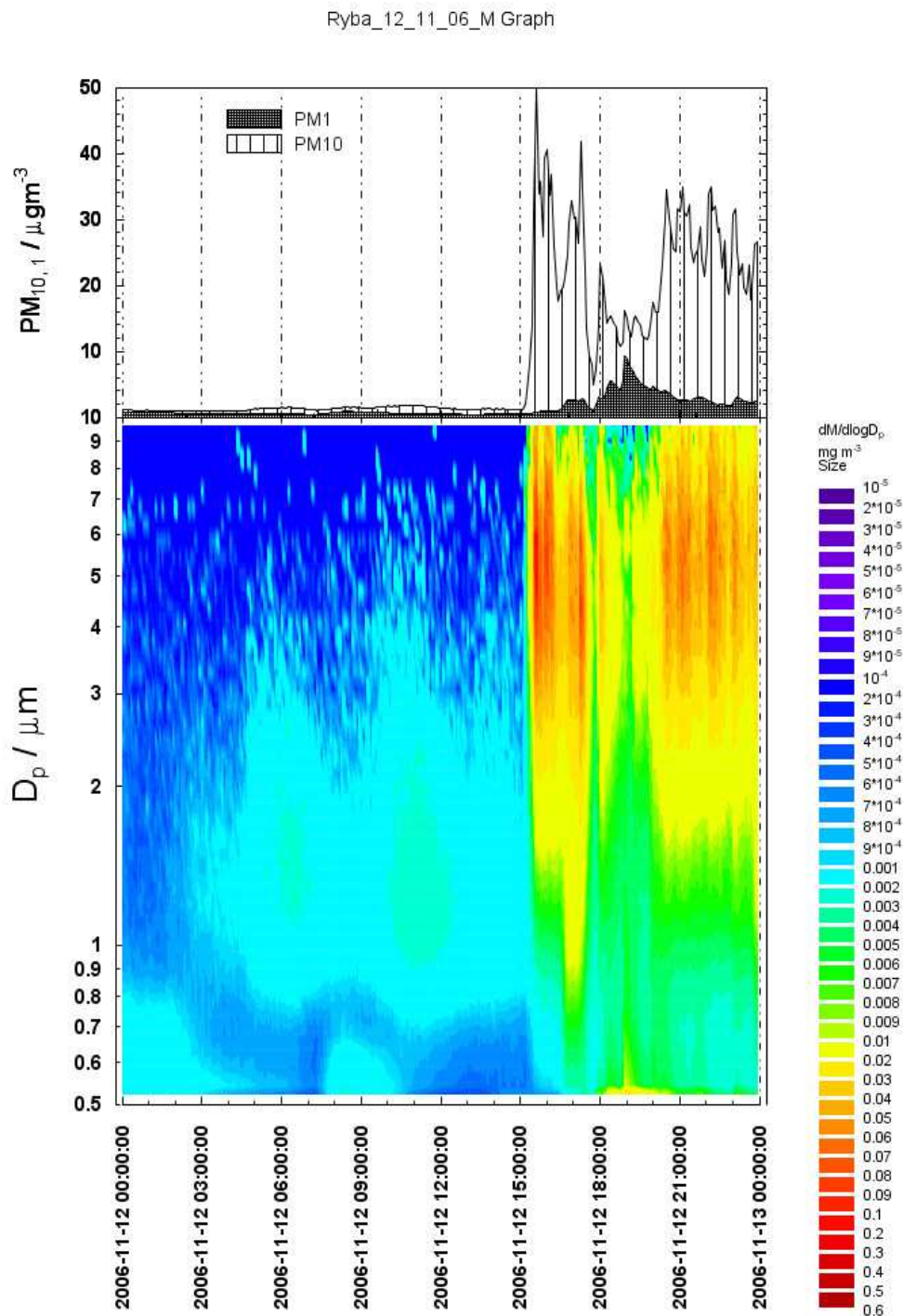
Dne 10.11.2006 byla Mrtvá Ryba otevřena v devět ráno. Bylo otevřeno jedno vrchní okno, které pak po jedenácté zavřeli. Dopoledne zde bylo do dvanácti lidí, od osmnácté hodiny zde pobývalo přes třicet lidí. Okna i dveře byla poté celý den zavřená, svíčka zapálena nebyla. Ráno v jedenáct a po dvanácté byl venku jeden kuřák. Večer ven chodili dva kuřáci, pak pět.

8.2.3 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 11.11.2006 (sobota) – den nekuřácké kampaně (zavřeno).



V tento den bylo v Rybě zavřeno a jak je vidno, můžeme se domnívat, že zavřeli kolem třetí hodiny ranní.

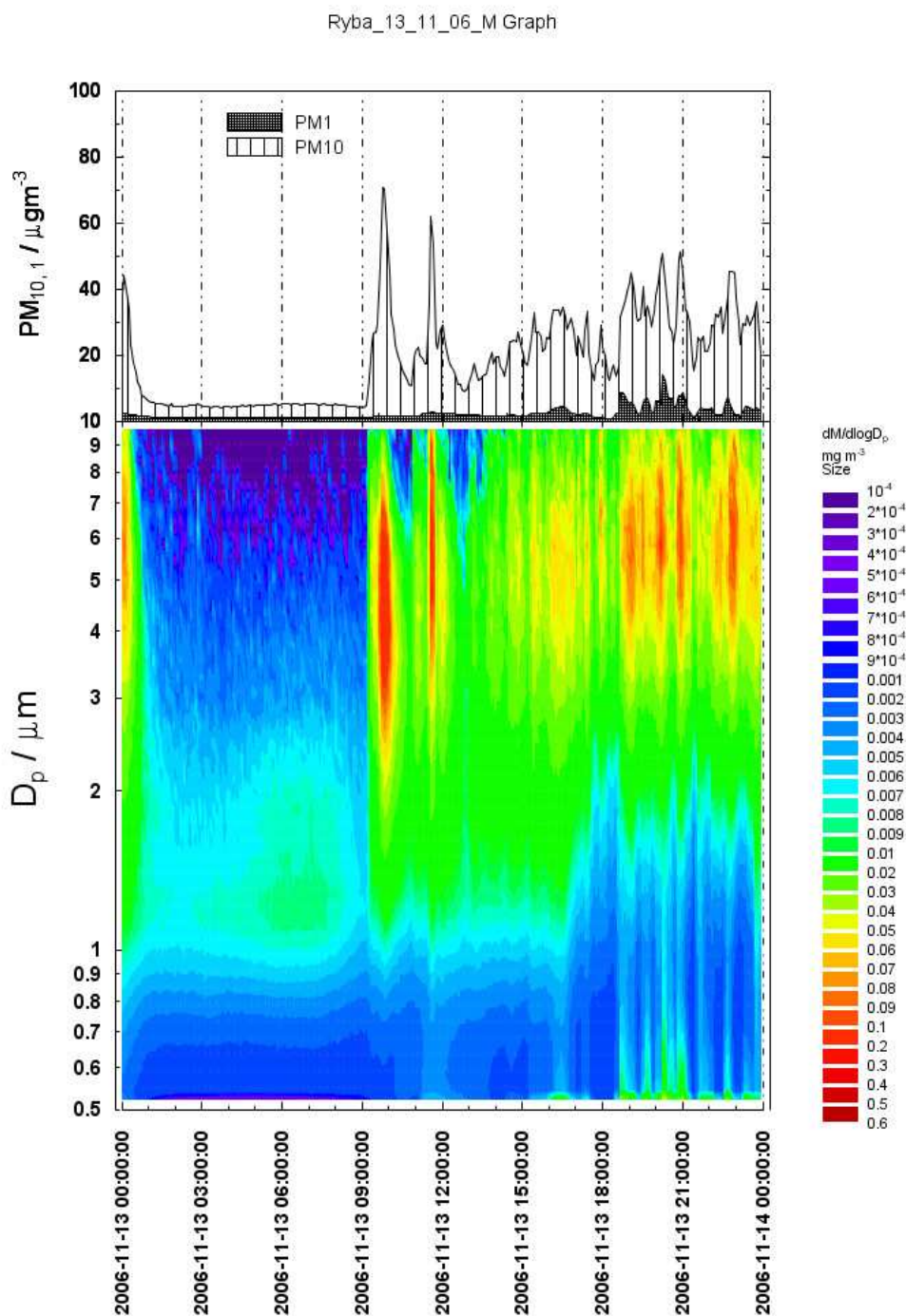
8.2.4 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 12.11.2006 (neděle) – den nekuřácké kampaně (otevřeno od večerních hodin).



Na druhý den se otevíralo po třetí hodině odpolední, lidé zde pak pobývali pravděpodobně celý večer.

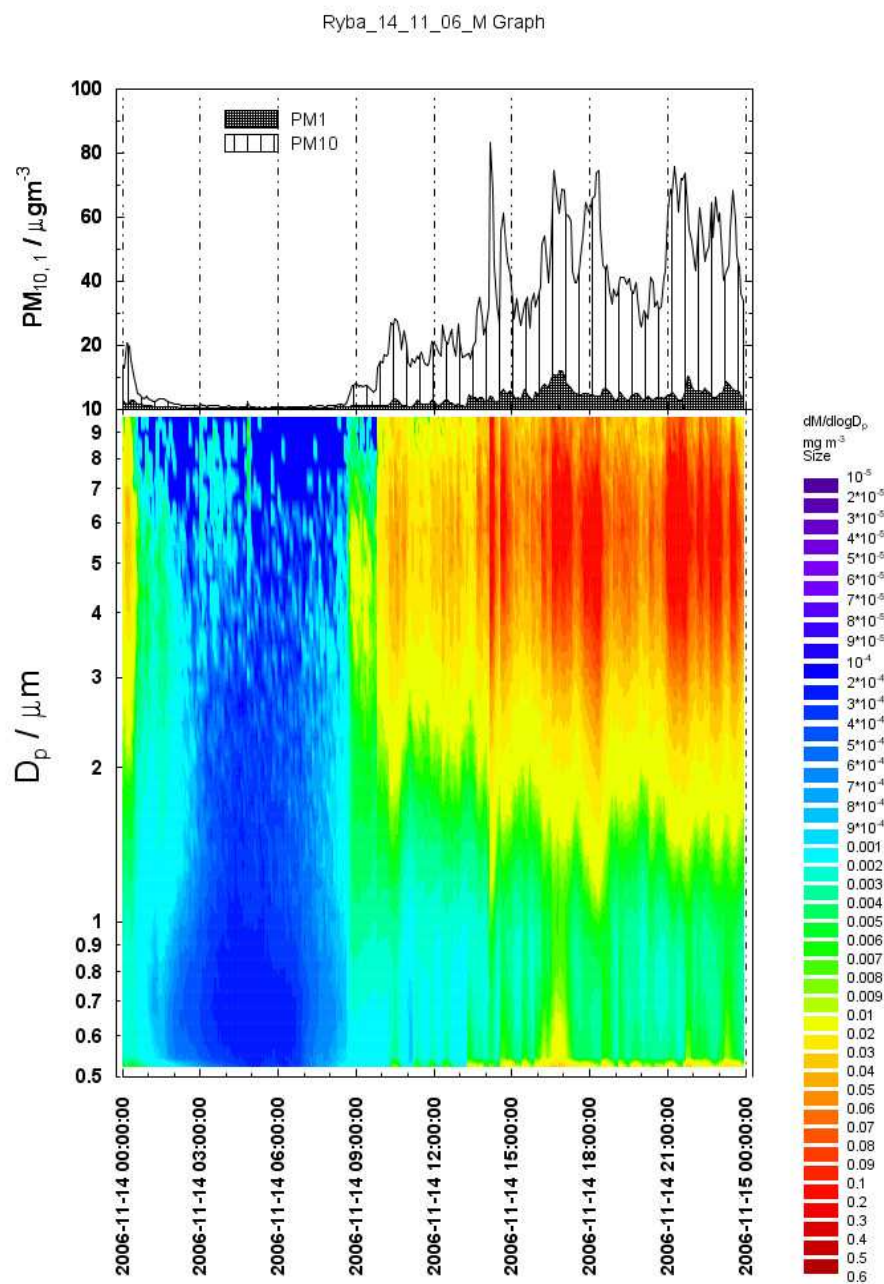


8.2.5 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 13.11.2006 (pondělí) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



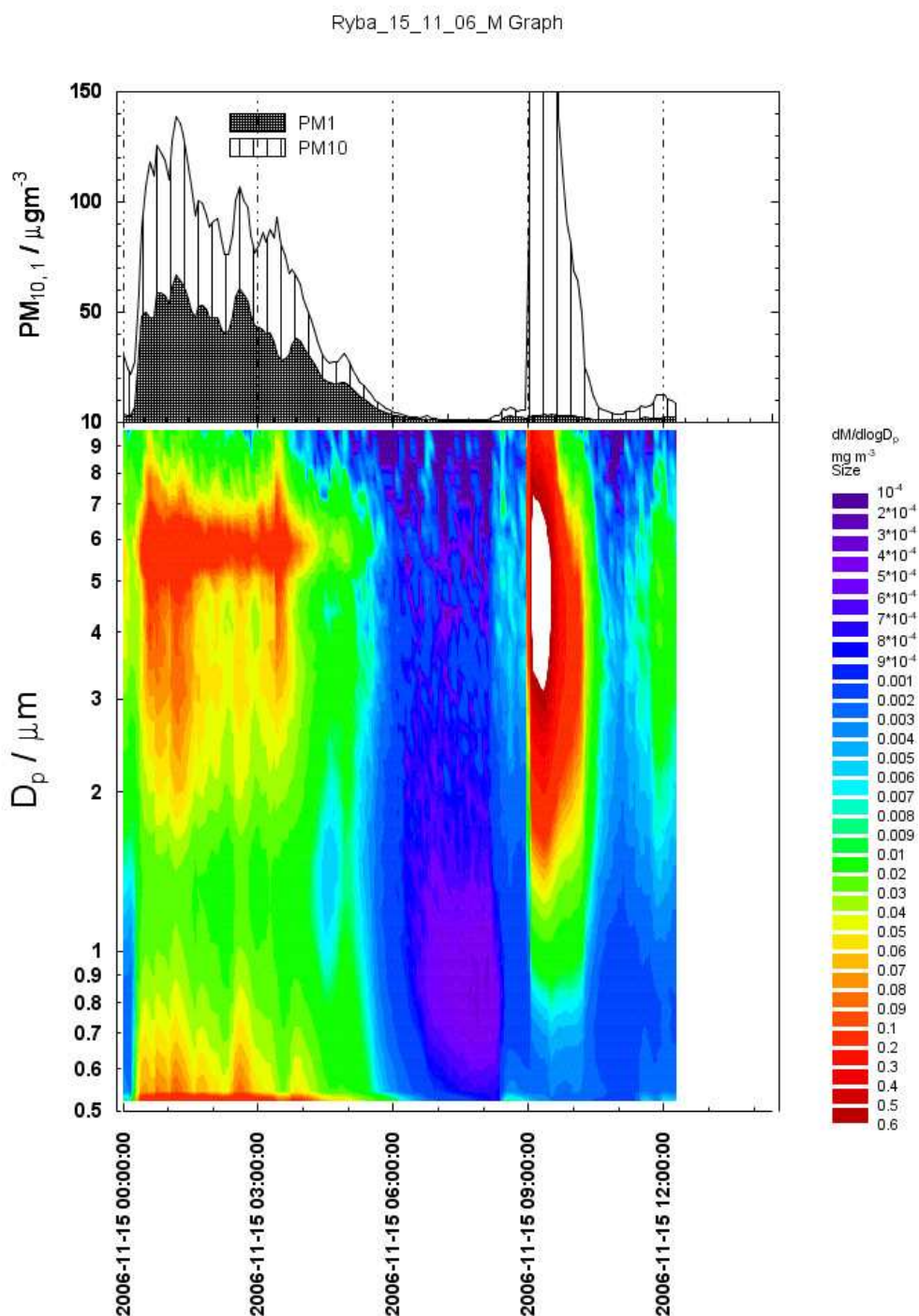
Dne 13.11.2006 zavřeli bar po půlnoci a otevřeli po deváté ráno. Po celý den jsem nezaznamenala hořet svíčku, okna a dveře byla zavřená, jen kolem půl druhé na chvíli otevřené dveře. Dopoledne zde pobývalo do sedmi lidí. Večer byla návštěvnost kolem dvaceti lidí. Odpoledne šli ven dva kuřáci, večer chodili ven tři.

## 8.2.6 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 14.11.2006 (úterý) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



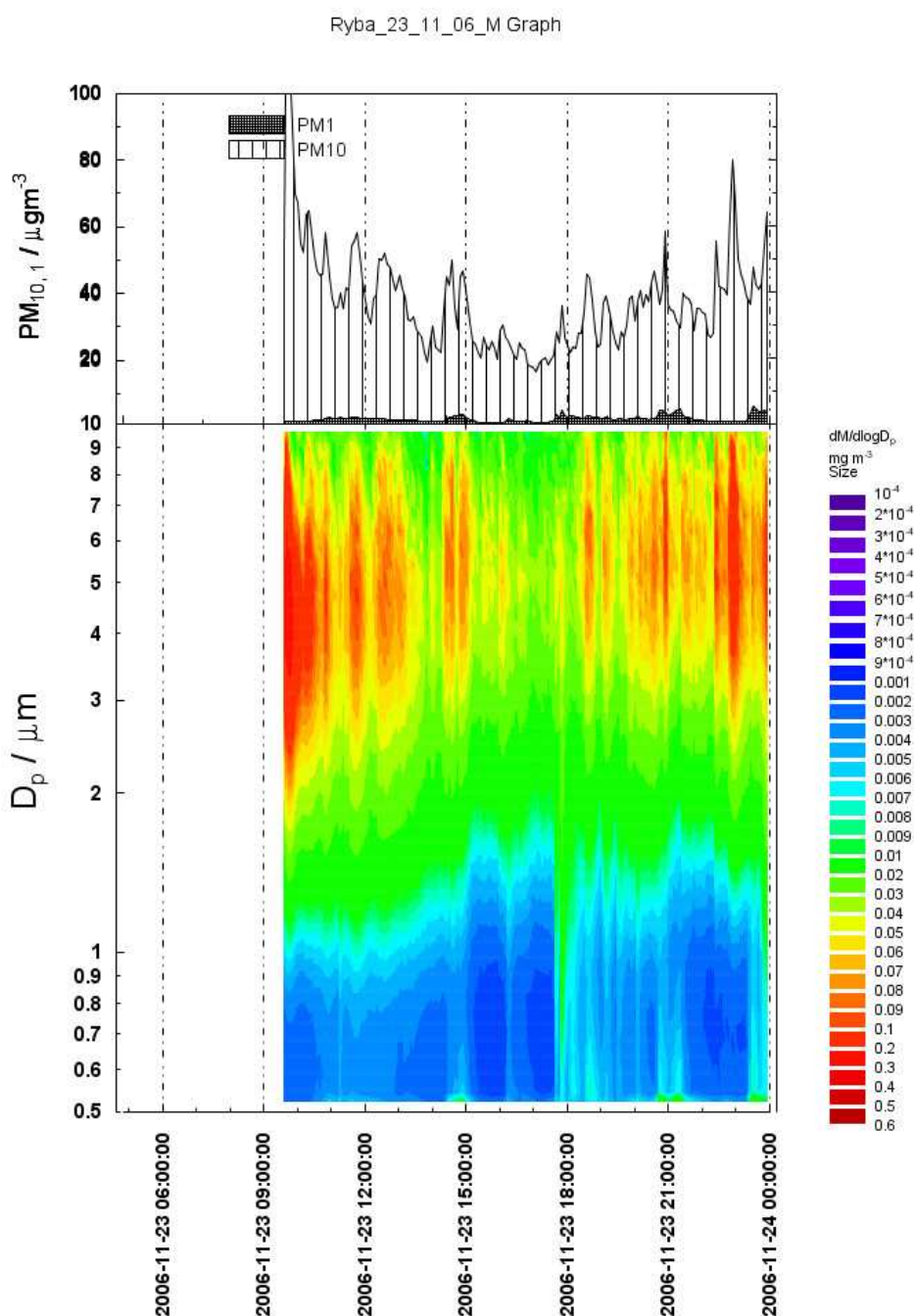
Dne 14.11.2006 zavřeli opět po půlnoci a otevřeli v devět ráno. Dopoledne zde sedělo vždy do sedmnácti lidí, odpoledne to bylo až třicet osm, po sedmnácté hodině zde bylo až přes třicet lidí. Celý den bylo otevřené jedno malé vrchní okno a dveře byly otevřeny od rána do čtyř do odpoledne. Kolem dvanácté hodiny chodilo ven kouřit do pěti lidí, ve čtyři hodiny to byli tři lidé a po sedmé hodině večer chodilo ven devět osob s velkou pravděpodobností za účelem kouření.

8.2.7 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 15.11.2006 (středa) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



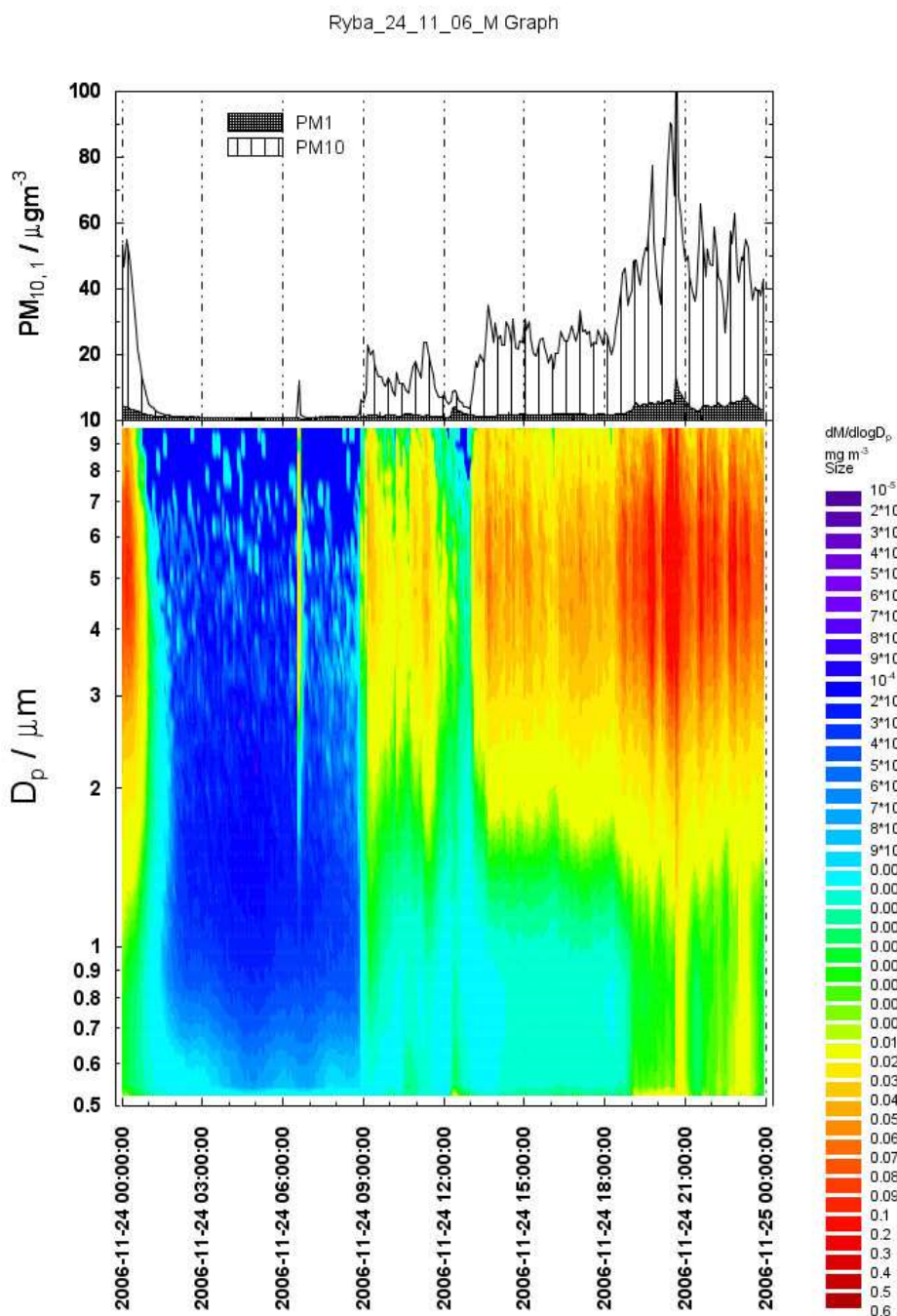
Dne 15.11.2006 byl neúplný den, kdy kolem poledního skončilo měření. Je zde však dobře vidět, že zavřeli kolem šesté ráno a otevřeli opět kolem deváté. Ráno se zde nacházelo do deseti lidí. Dveře a okna byla zavřená.

8.2.8 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 23.11.2006 (čtvrtek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Dne 23.11.2006 bylo měření započato kolem půl desáté dopoledne, a v Rybě nikdo nebyl. Dveře byly otevřeny do zhruba deseti hodin, jinak po celý den byla zavřená okna i dveře. Dopoledne zde pobývalo do patnácti hostů, odpoledne to bylo kolem deseti, a večer až dvacet osm lidí. Kolem desáté odpolední bylo venku pět kuřáků, kolem jedenácté to byli čtyři, kolem druhé byli dva, v osmnáct hodin taktéž dva, a kolem půl osmé také.

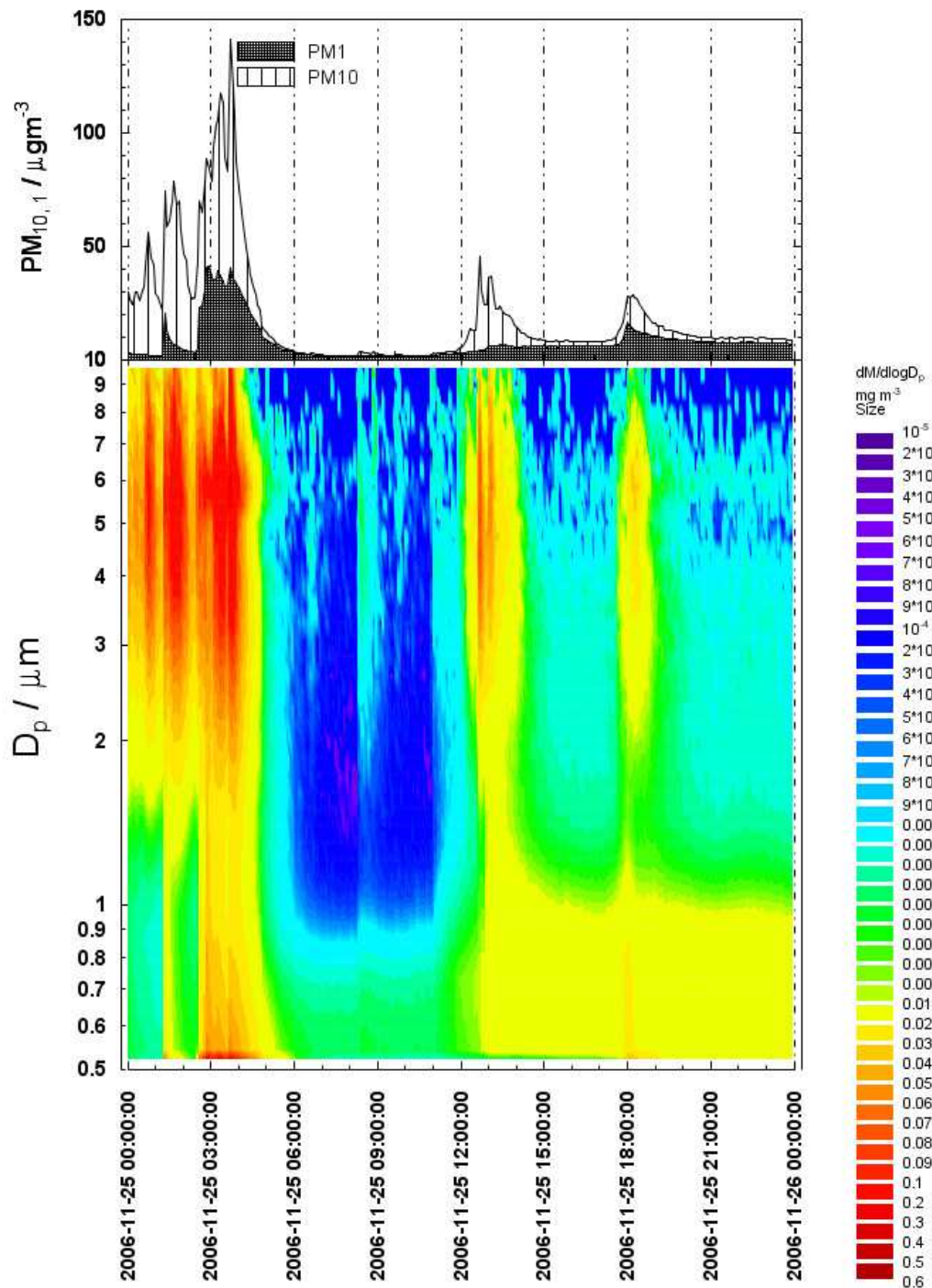
8.2.9 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 24.11.2006 (pátek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Dne 24.11.2006 bylo zavřeno těsně po půlnoci a otevřeno v devět ráno. Dopoledne zde bylo kolem deseti lidí, okna a dveře zavřena. Odpoledne zde bylo kolem patnácti lidí průběžně a dva psi. Hořely dvě svíčky na baru. V jednu hodinu byli venku dva kuřáci, ve dvě byli tři, ve tři hodiny byli opět dva, poté zase v pět jeden kuřák, v sedm byli dva. Večer byla zapálena třetí svíčka.

8.2.10 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 25.11.2006 (sobota) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).

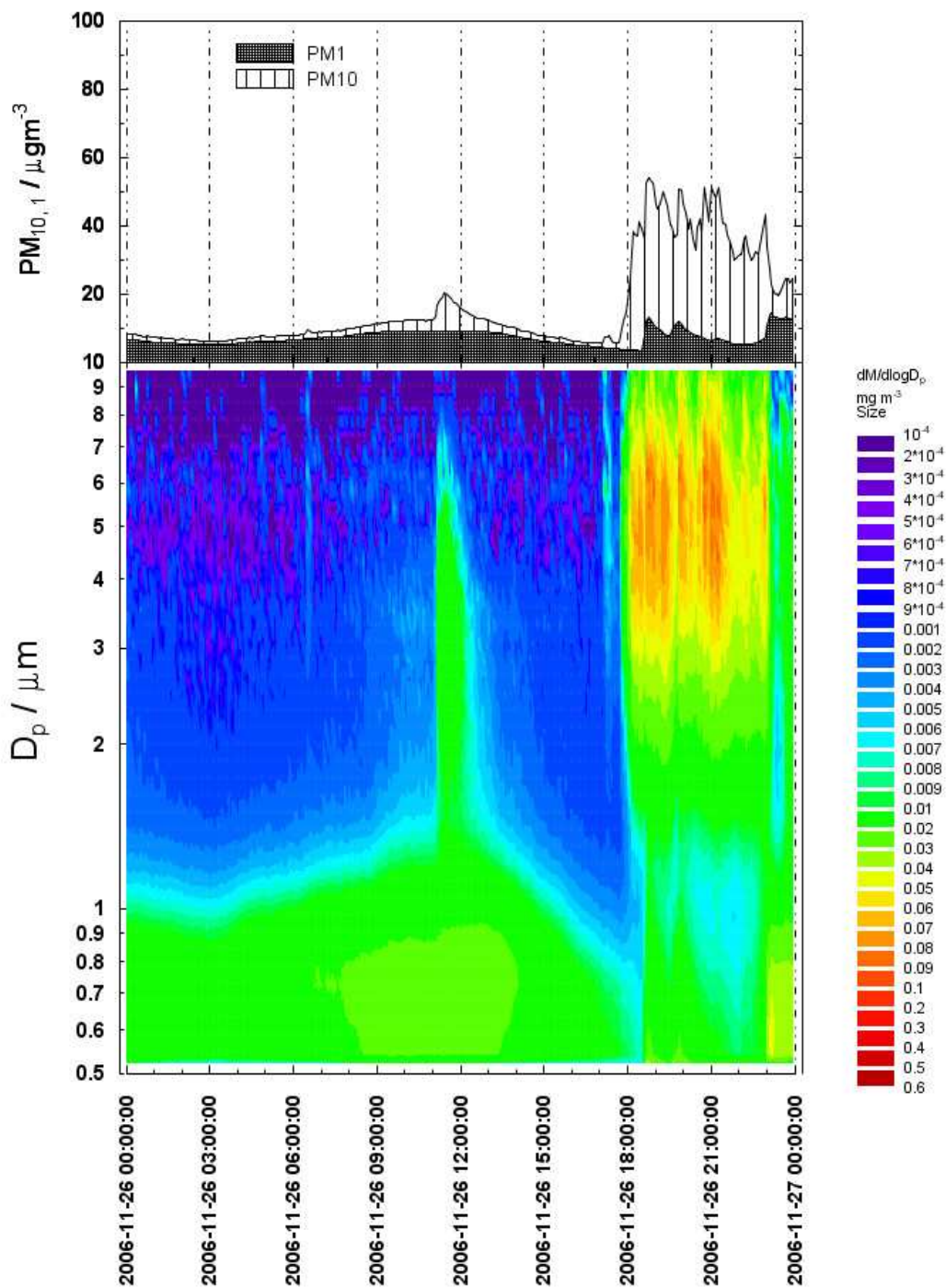
Ryba\_25\_11\_06\_M Graph



Zde lze hezky vidět, že Ryba byla zavřena pravděpodobně až k šesté ranní. Tento den byla sobota, tudíž bylo zavřeno.

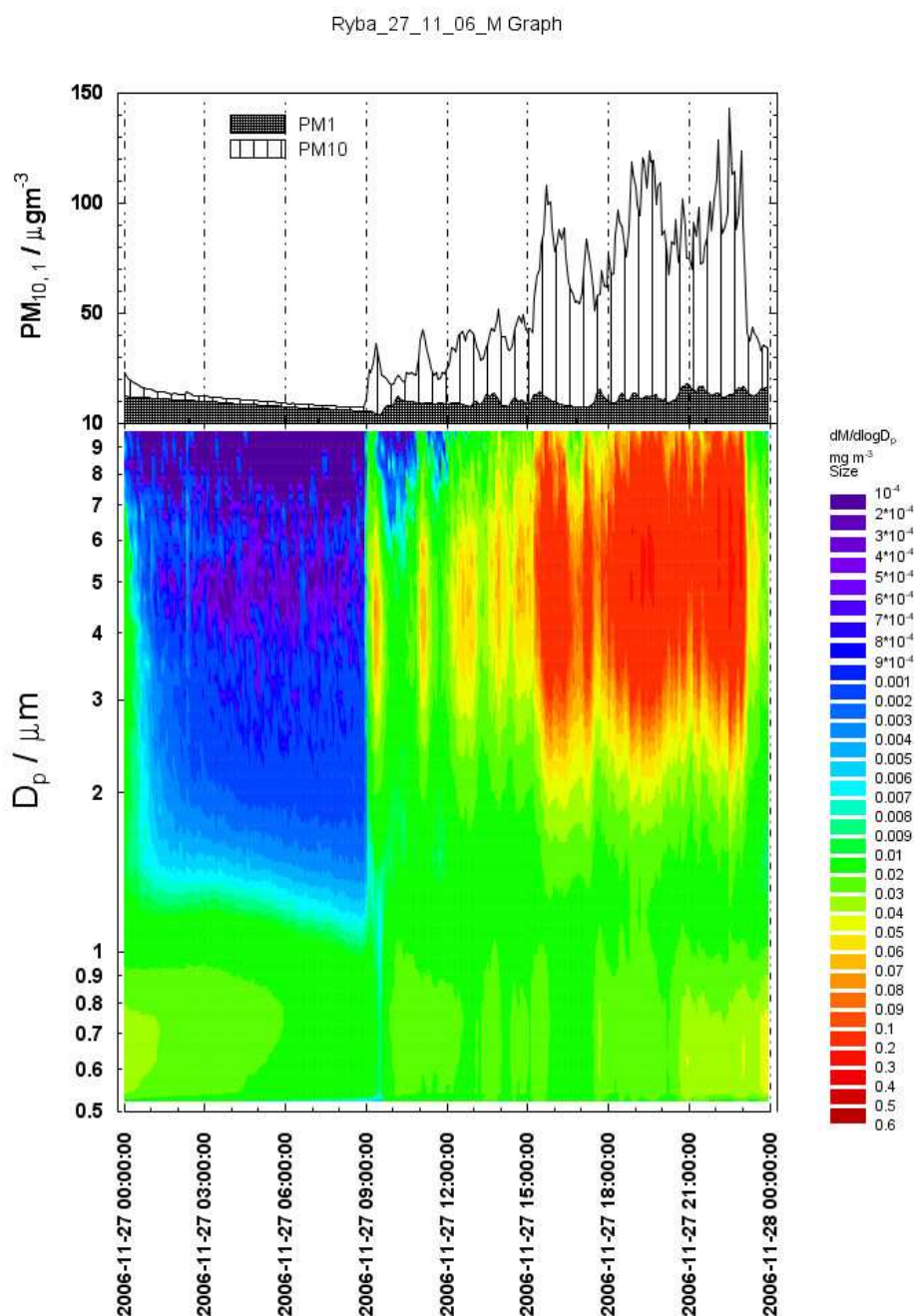
8.2.11 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 26.11.2006 (neděle) – den nekuřácké kampaně (otevřeno až ve večerních hodinách).

Ryba\_26\_11\_06\_M Graph



Dne 26.11.2006 bylo zavřeno, Rybu pak otevřeli večer, zhruba kolem osmnácté.

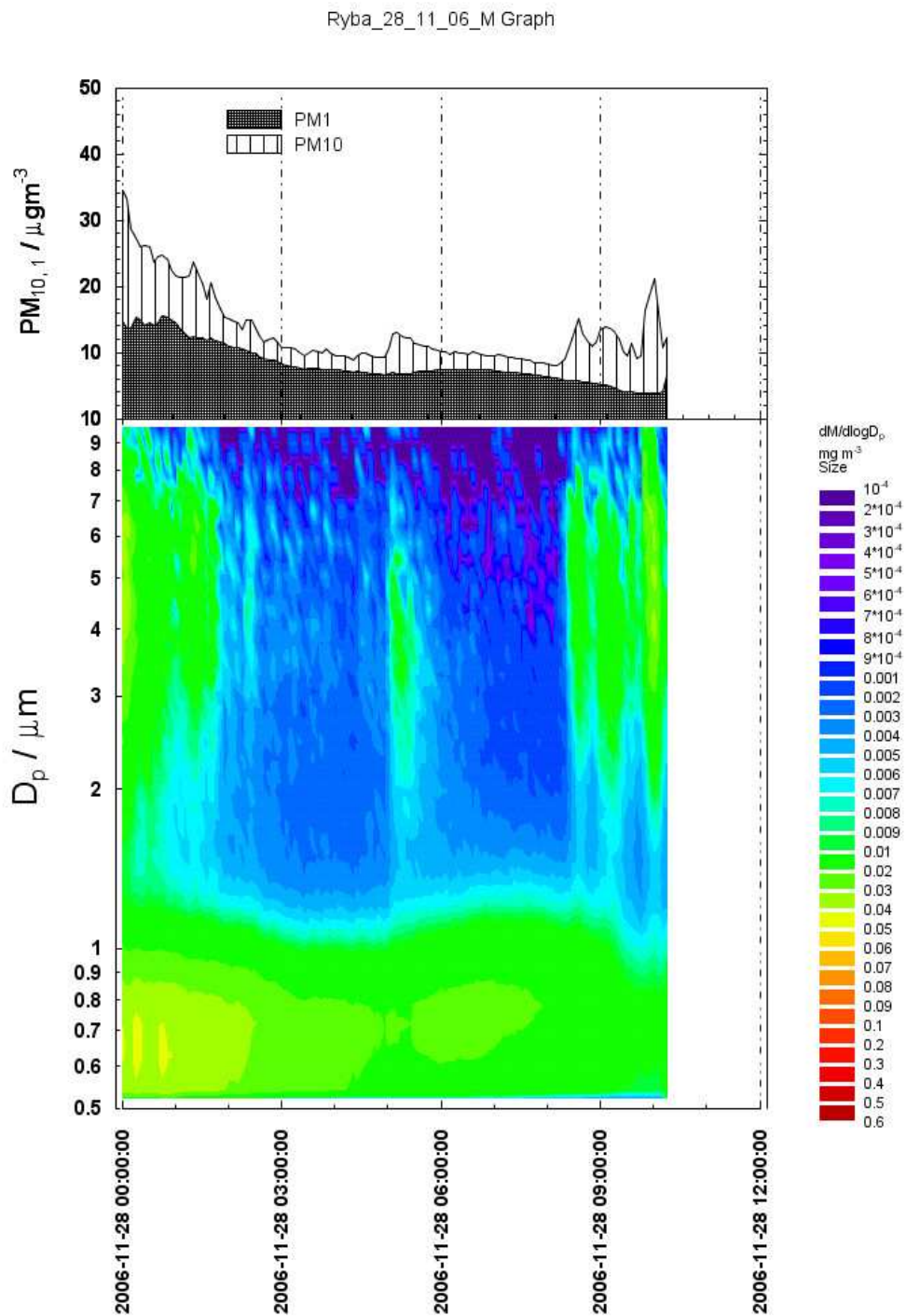
8.2.12 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 27.11.2006 (pondělí) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Zde o půlnoci již bylo zavřeno a otevírali ve devět ráno. Okna a dveře byla zavřena po celý den, jen dveře byly zhruba na hodinu odpoledne otevřené. Dopoledne zde bylo do deseti lidí, odpoledne pak kolem dvaceti, a večer až třicet lidí. Ve čtyři hodiny byl venku jeden kuřák, v pět kouřili dva lidé, totéž se opakovalo i před sedmou a devátou. Večer tam také byli dva psi. Svíčku jsem tento den nezaznamenala.

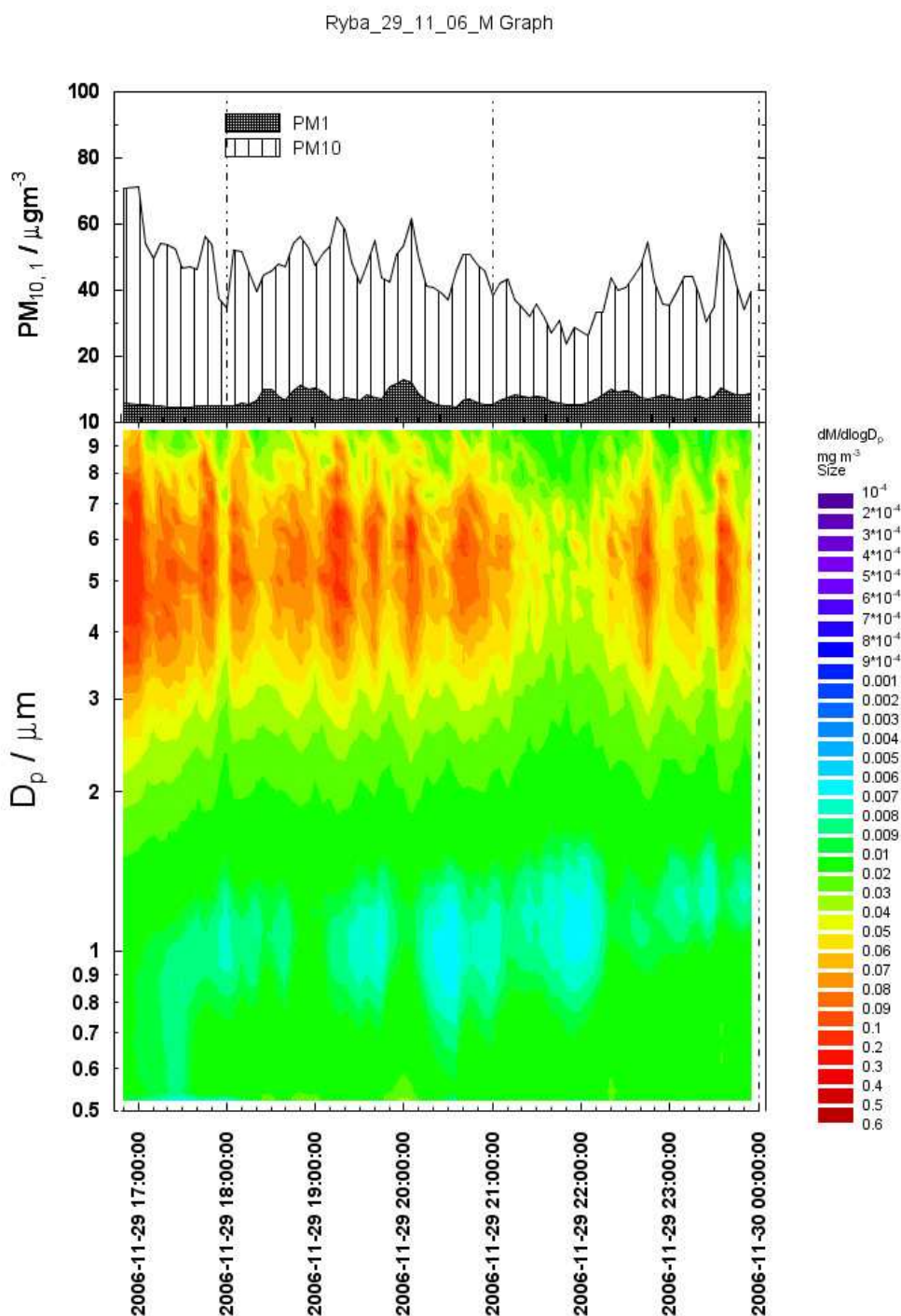


8.2.13 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 28.11.2006 (úterý) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



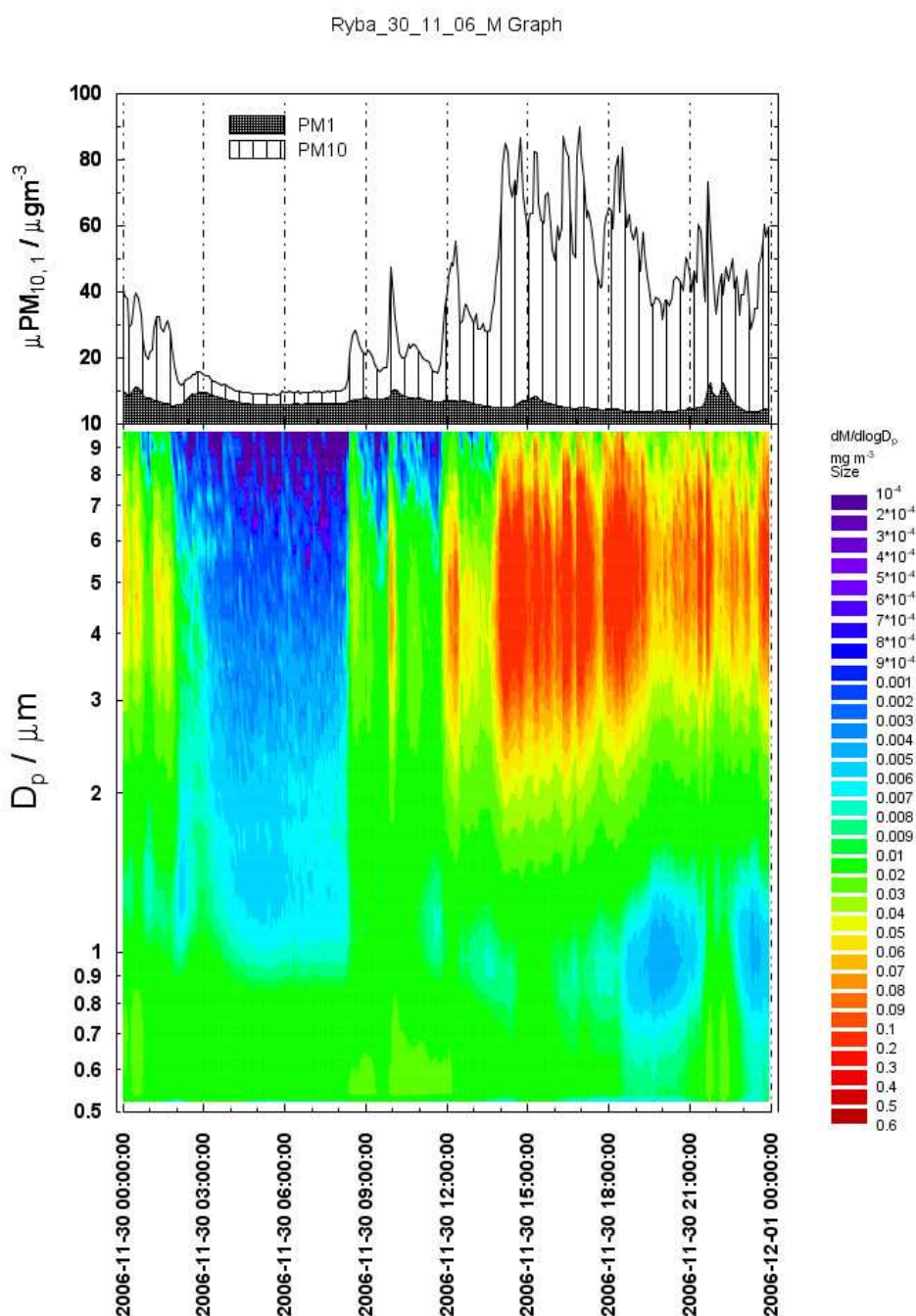
Zde den, kdy bylo v Rybě zavřeno, a nepodařilo se ho naměřit celý. Z neznámých důvodů Rybu neotevřeli.

8.2.14 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 29.11.2006 (středa) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



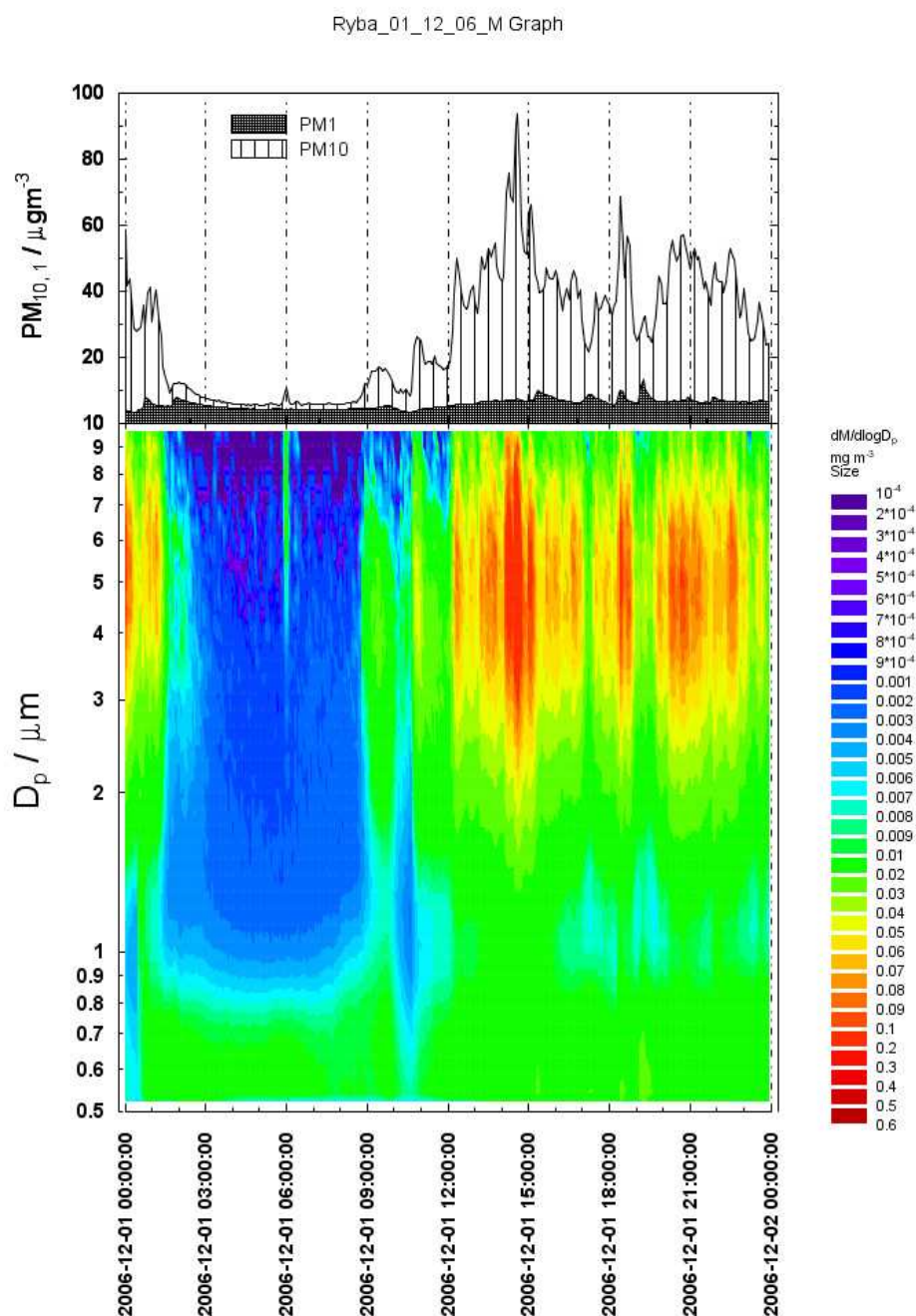
Dne 29.11.2006 byla znovu APS zapnuta až v pět odpoledne. Po celou dobu, tedy do půlnoci, se zde nacházelo kolem dvaceti pěti návštěvníků. Okna i dveře byla zavřená, svíčku či svíčky jsem nezaznamenala. Z neznámých příčin otevřeli až ve večerních hodinách.

8.2.15 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 30.11.2006 (čtvrtek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



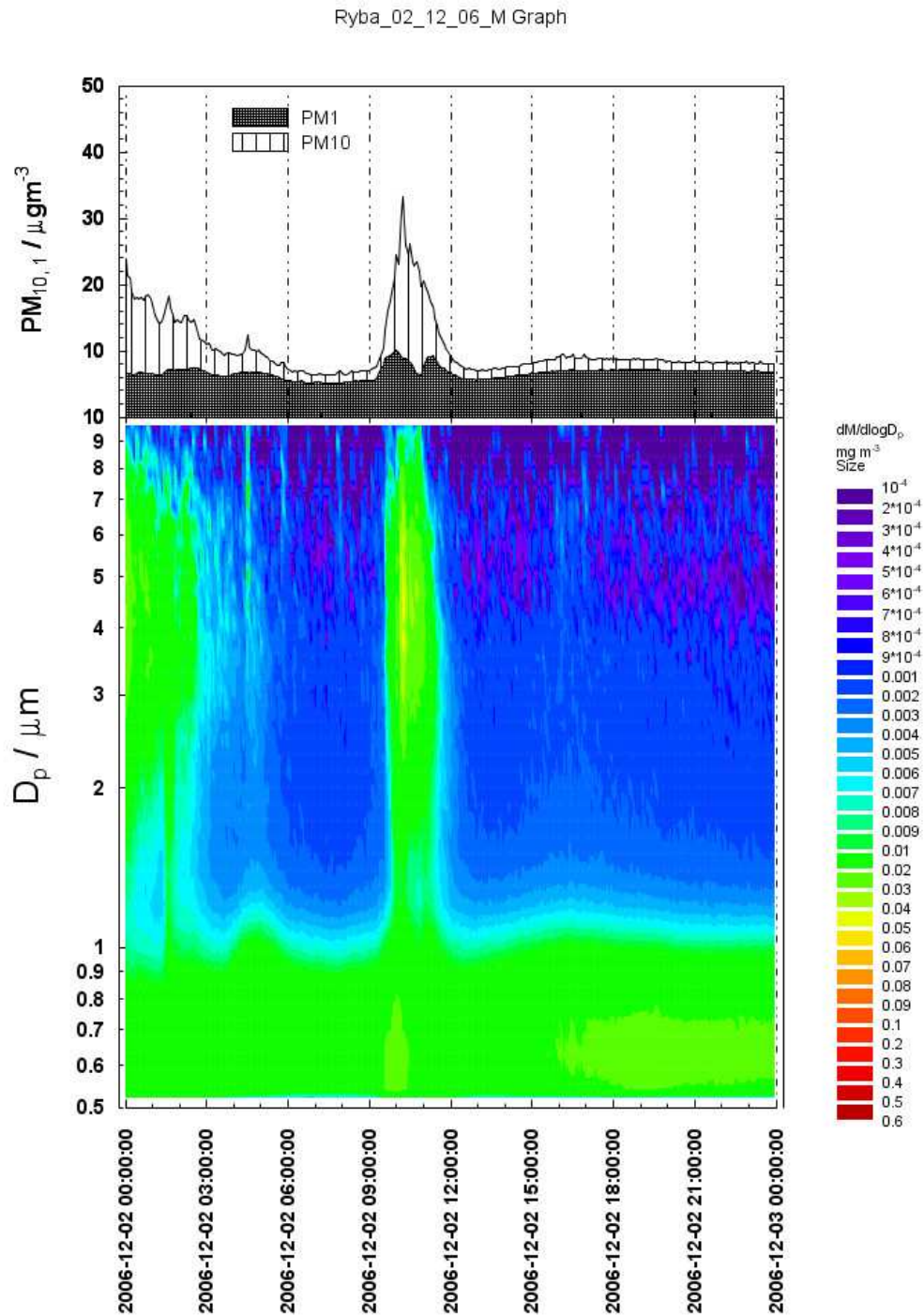
Dne 30.11.2006 zavřeli kolem druhé ráno a otevírali v devět ráno. Dopoledne zde bylo v průměru do deseti lidí, odpoledne kolem patnácti a až čtyřicet hostů večer. Okna a dveře zavřená, ale kolem osmnácté hodiny byly na chvíli dveře otevřeny. V jedenáct dopoledne byla zapálena svíčka, a venku dva kuřáci. Taktéž v jednu hodinu odpolední zde byli dva, o půl šesté tři, a kolem osmé a desáté jich bylo pět.

8.2.16 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 1.12.2006 (pátek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



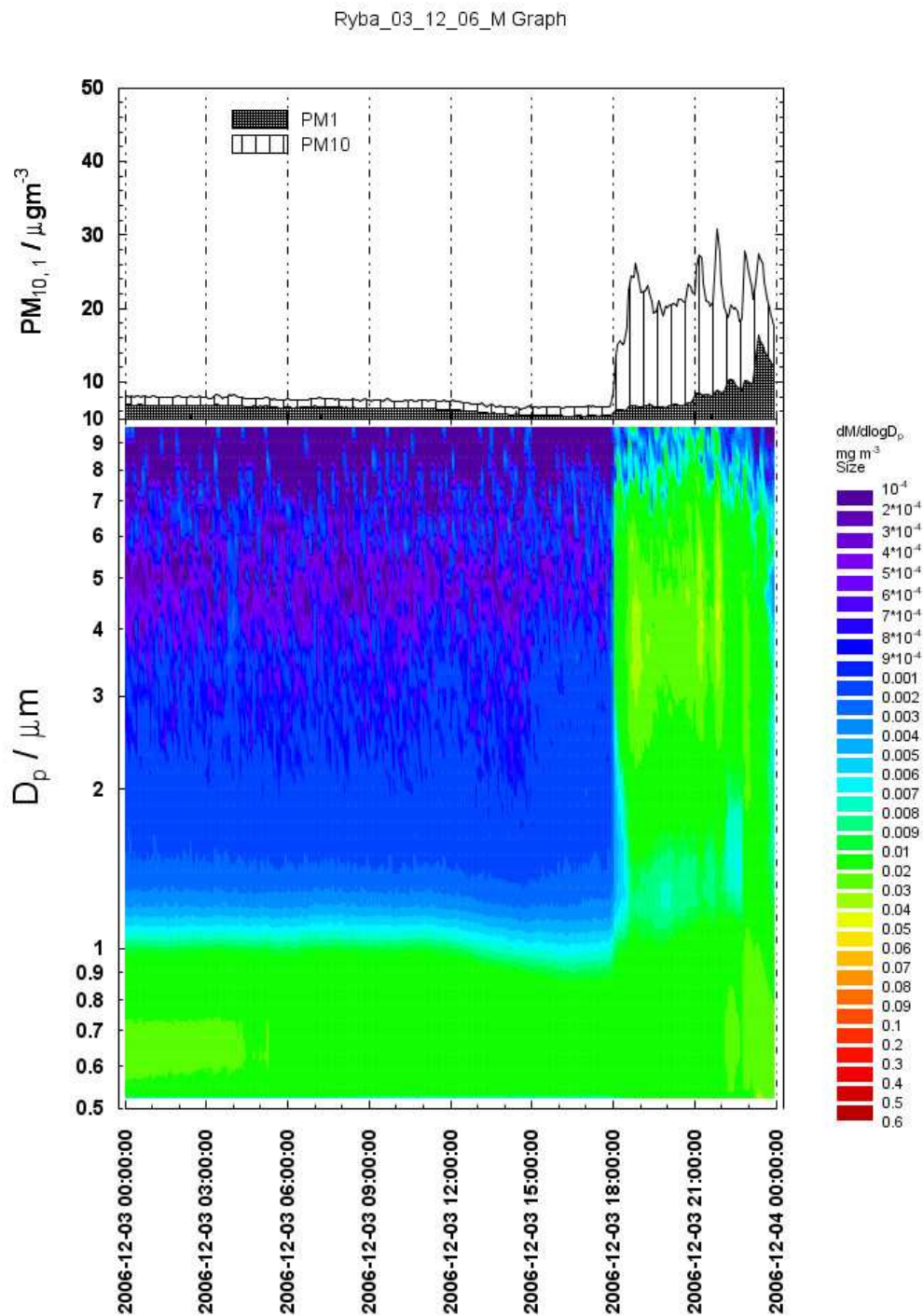
Zde je graf z 1.12.2006, kdy bylo celý den otevřeno. Jasně vidíme, že kolem jedné hodiny ránní se v baru zavřelo a otevřelo kolem deváté hodiny dopolední. V dopoledních hodinách se zde vyskytovalo maximálně pět lidí. Okna a dveře byla zavřená. Odpoledne zde bylo přítomno až dvacet osob. Hoření svíčky jsem nezaregistrovala. Kolem půl druhé šli ven dva kuřáci, o půl sedmé tři a o osm večer také.

8.2.17 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 2.12.2006 (sobota) – den nekuřácké kampaně (zavřeno).



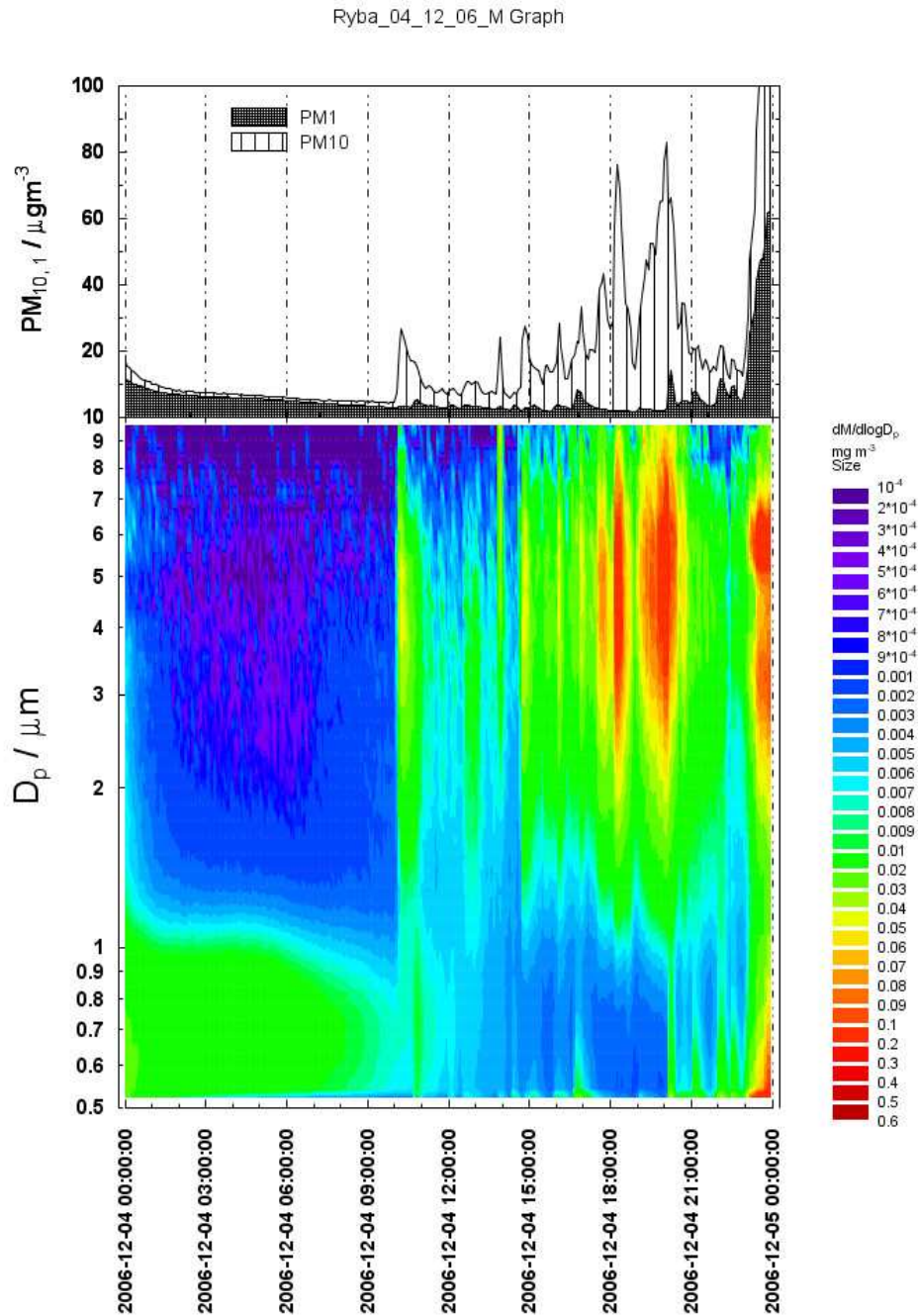
Graf znázorňuje den 2.12.2006, kdy bylo opět celý den zavřeno, protože byla sobota.

8.2.18 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 3.12.2006 (neděle) – den nekuřácké kampaně (otevřeno až večer).



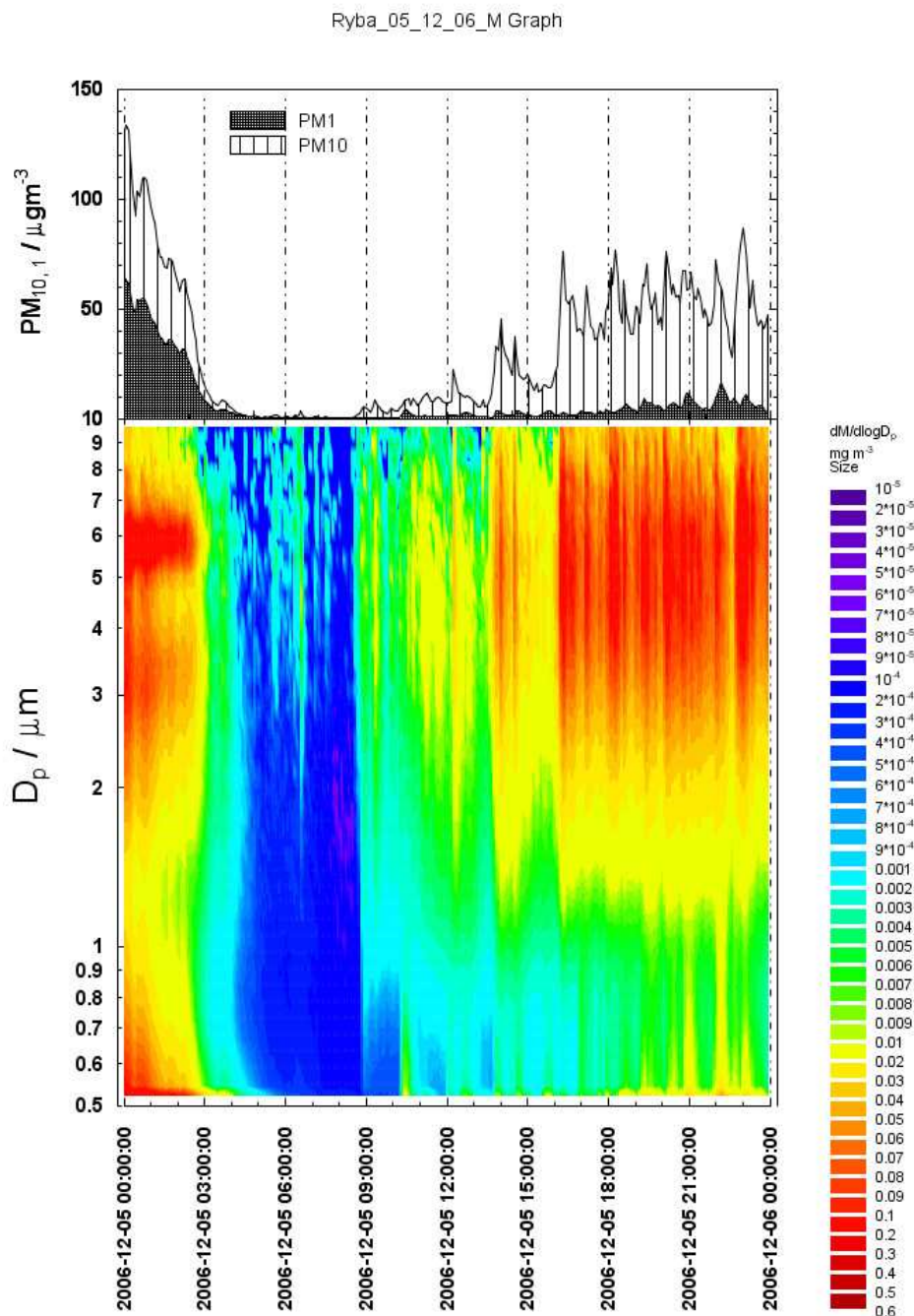
Graf ze dne 3.12.2006 vykazuje, že bylo celý den zavřeno, Ryba byla otevřena až kolem šesté hodiny večerní.

8.2.19 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 4.12.2006 (pondělí) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Dne 4.12.2006 se otevírala Ryba kolem půl desáté dopoledne. Dopoledne se zde nacházelo kolem pěti lidí, odpoledne až dvacet osob, byly zapálena svíčka na baru. Okna a dveře byla zavřená po celou otvírací dobu. O půl páté navečer a kolem sedmé byli venku dva kuřáci.

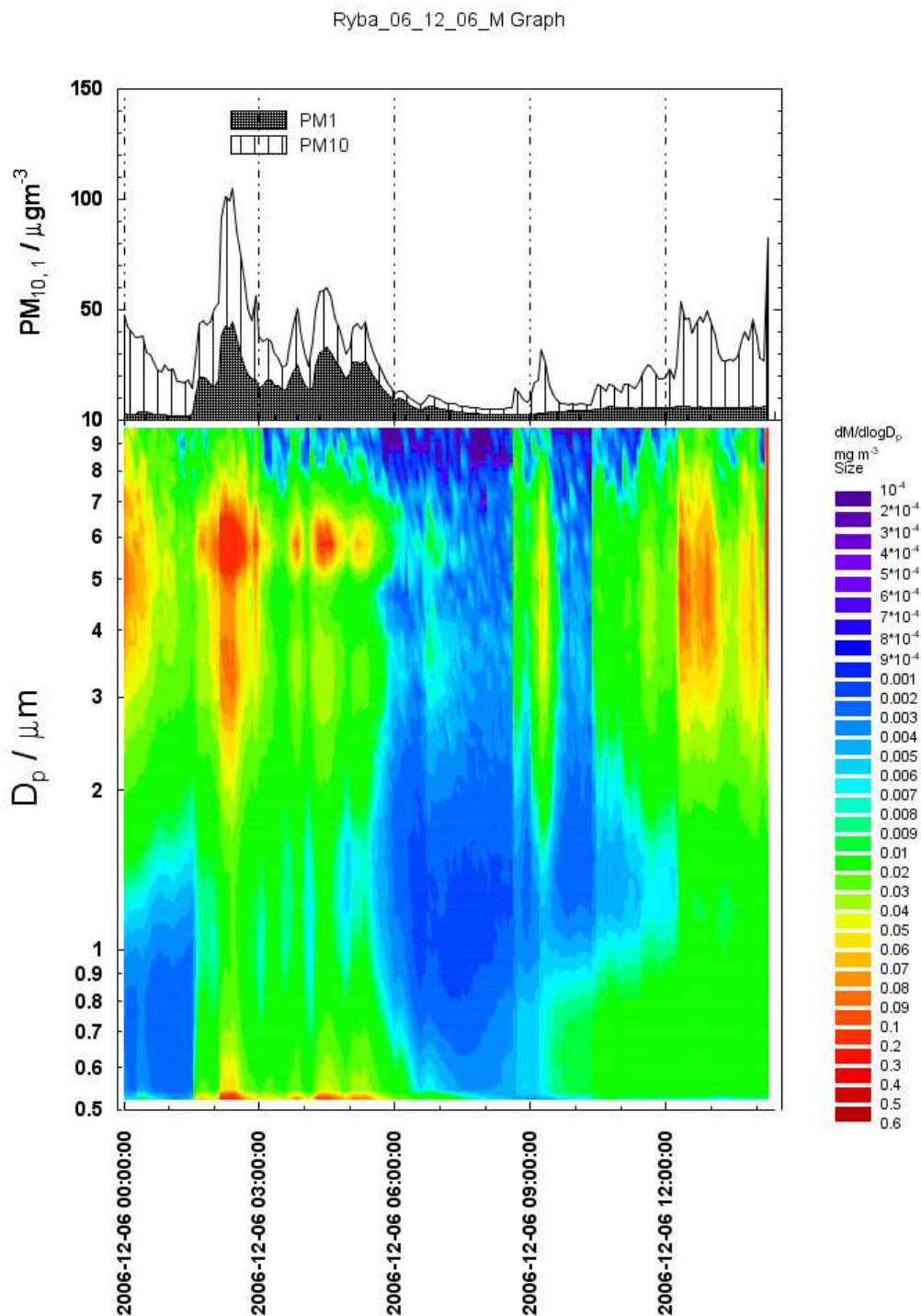
8.2.20 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 5.12.2006 (úterý) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Na tomto grafu z 5.12.2006 je vidět, že zavřeli kolem třetí ráno, a otevřeli kolem deváté dopoledne. Tehdy zde bylo tak do deseti osob, odpoledne pak až třicet lidí. Svíčka zaznamenaná nebyla, okna a dveře byla zavřená. Kuřáci se vyskytovali venku kolem druhé, poté večer kolem devatenácté hodiny.



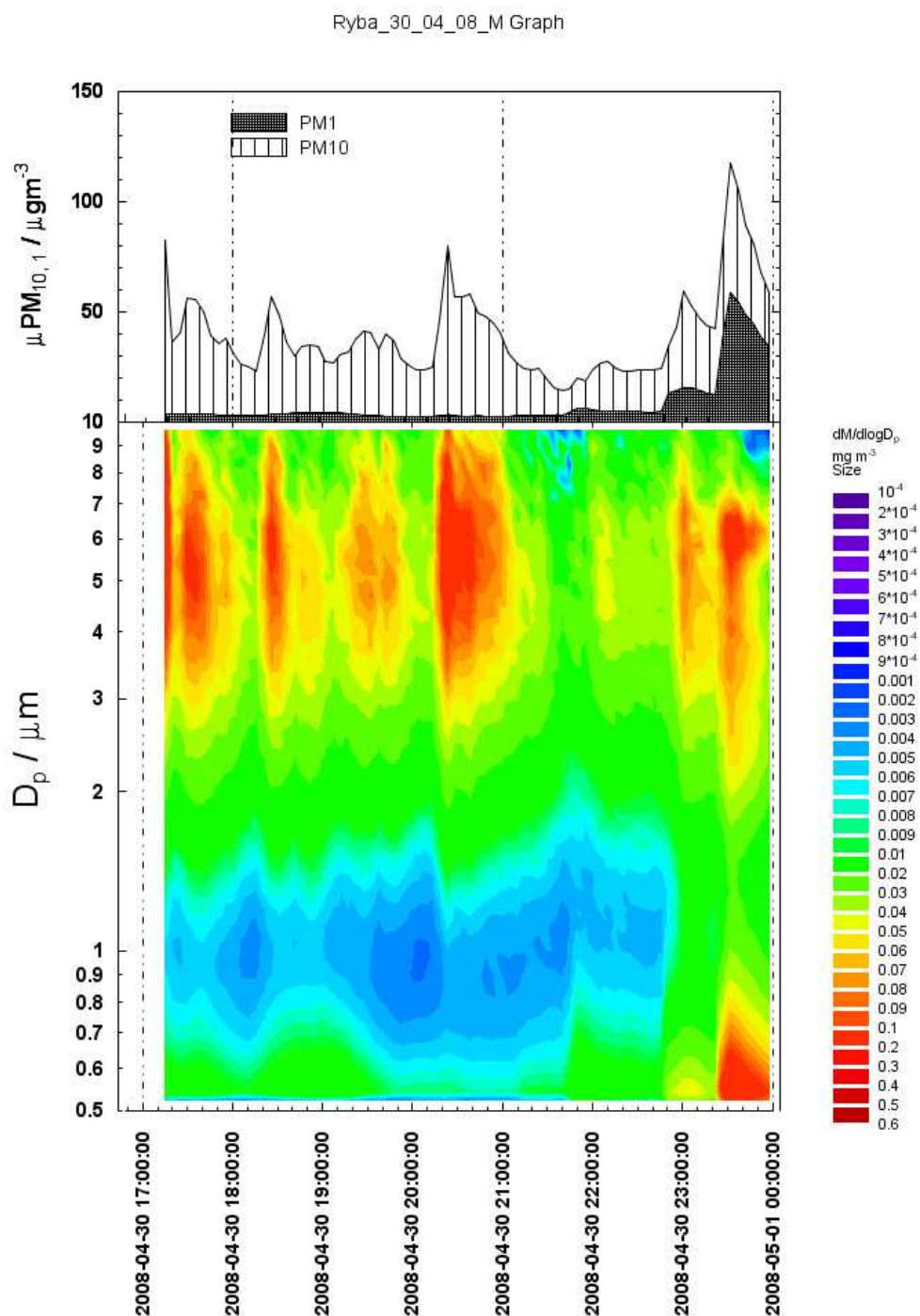
8.2.21 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 6.12.2006 (středa) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Zde vidíme další neúplný den v Rybě, kdy bylo otevřeno asi do šesti do rána, a otevírali opět kolem deváté. Měření skončilo kolem jedné hodiny odpolední, kdy končila první kampaň.

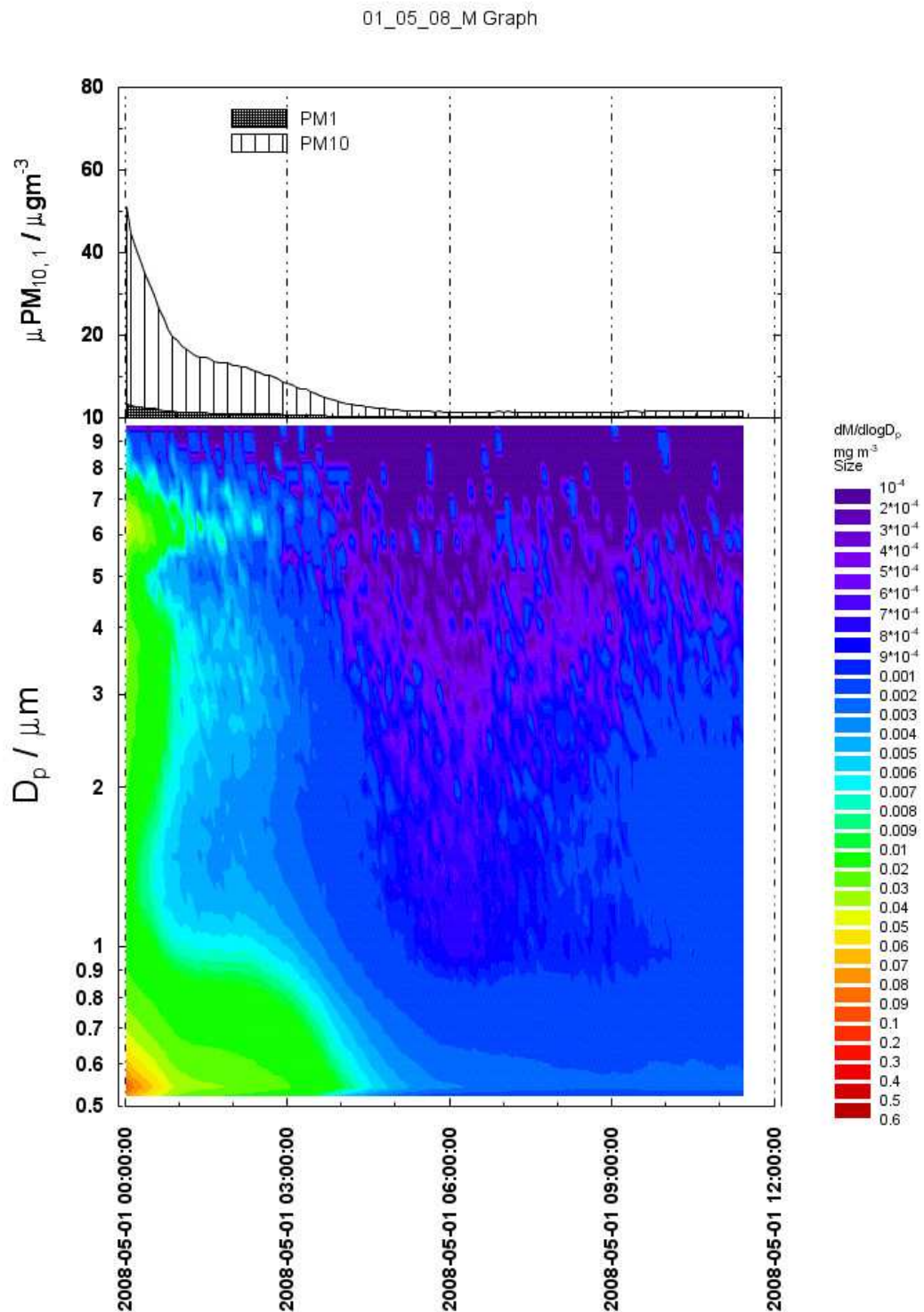
### 8.3 Grafy (2008)

8.3.1 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 30.4.2008 (středa) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



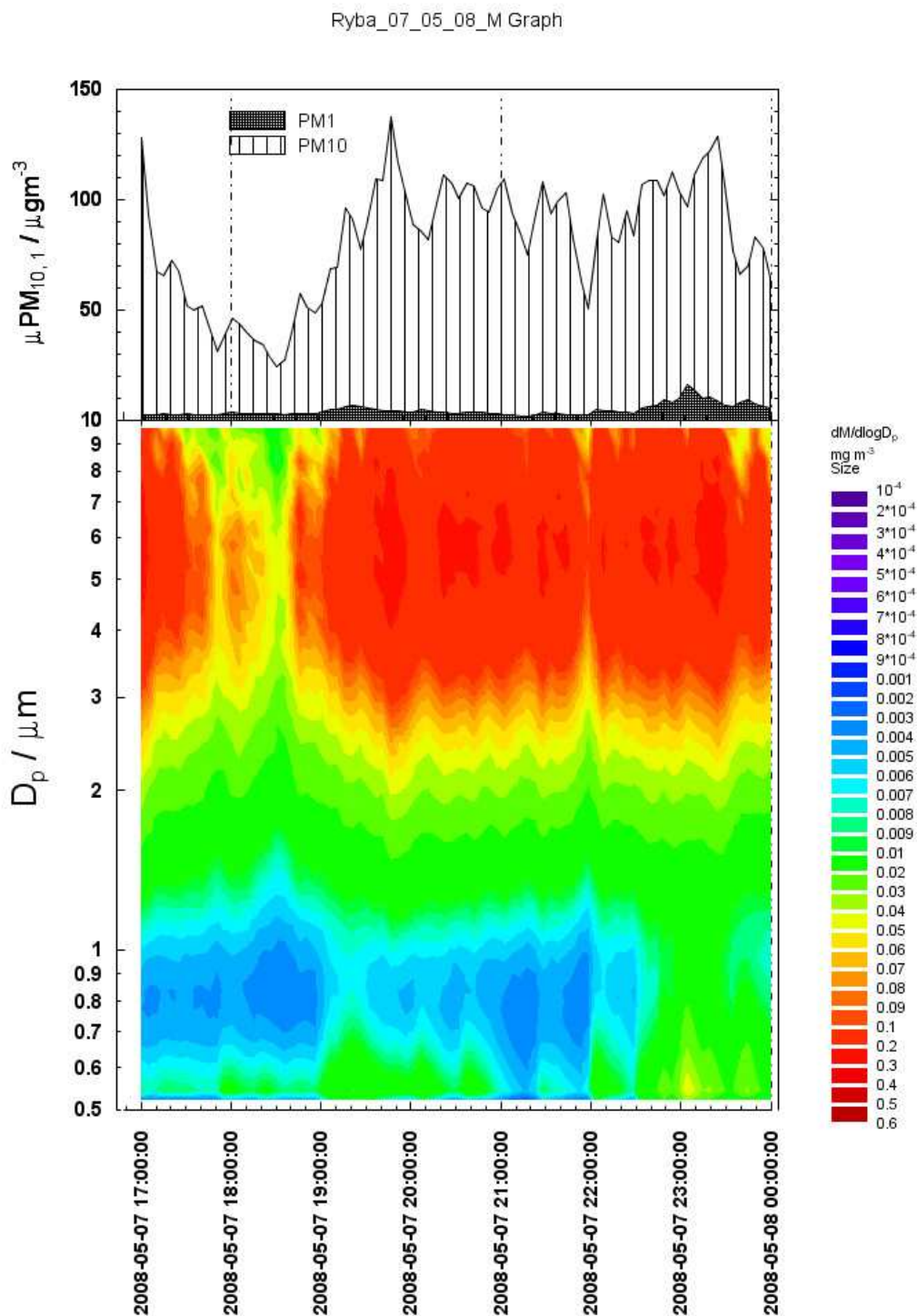
Druhé měření bylo započato po páté hodině odpoledne. Bylo zde kolem dvaceti pěti lidí. Svíčka nebyla zapálena. Okna byla zavřená, dveře však otevřeny.

8.3.2 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 1.5.2008 (čtvrtek) – den nekuřácké kampaně (zavřeno).



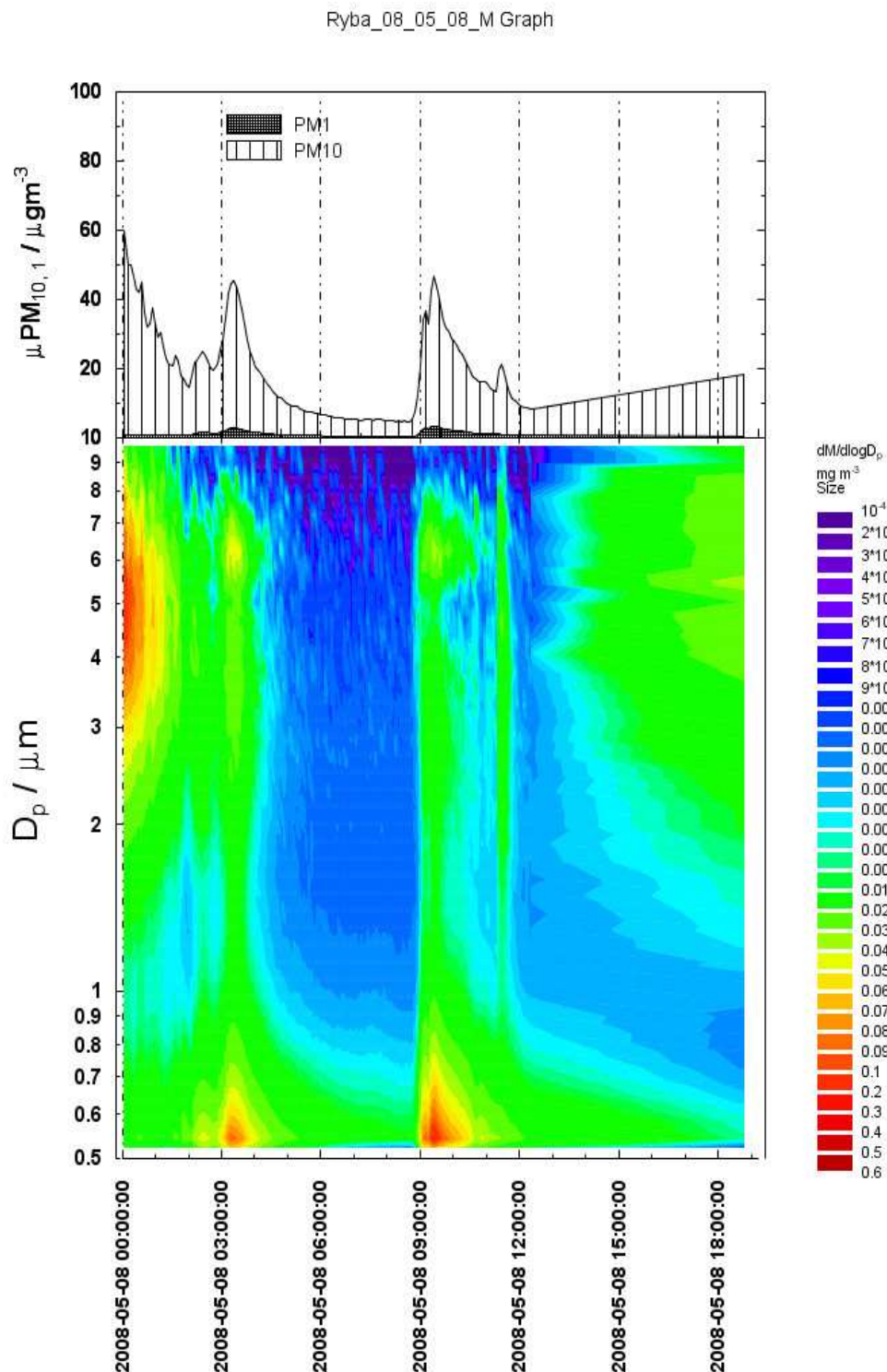
Tady na tomto grafu lze vidět, že bylo zavřeno, byl totiž Svátek práce, měření taktéž probíhalo jen do dvanácté hodiny, příčiny nejsou známy.

8.3.3 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 7.5.2008 (středa) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



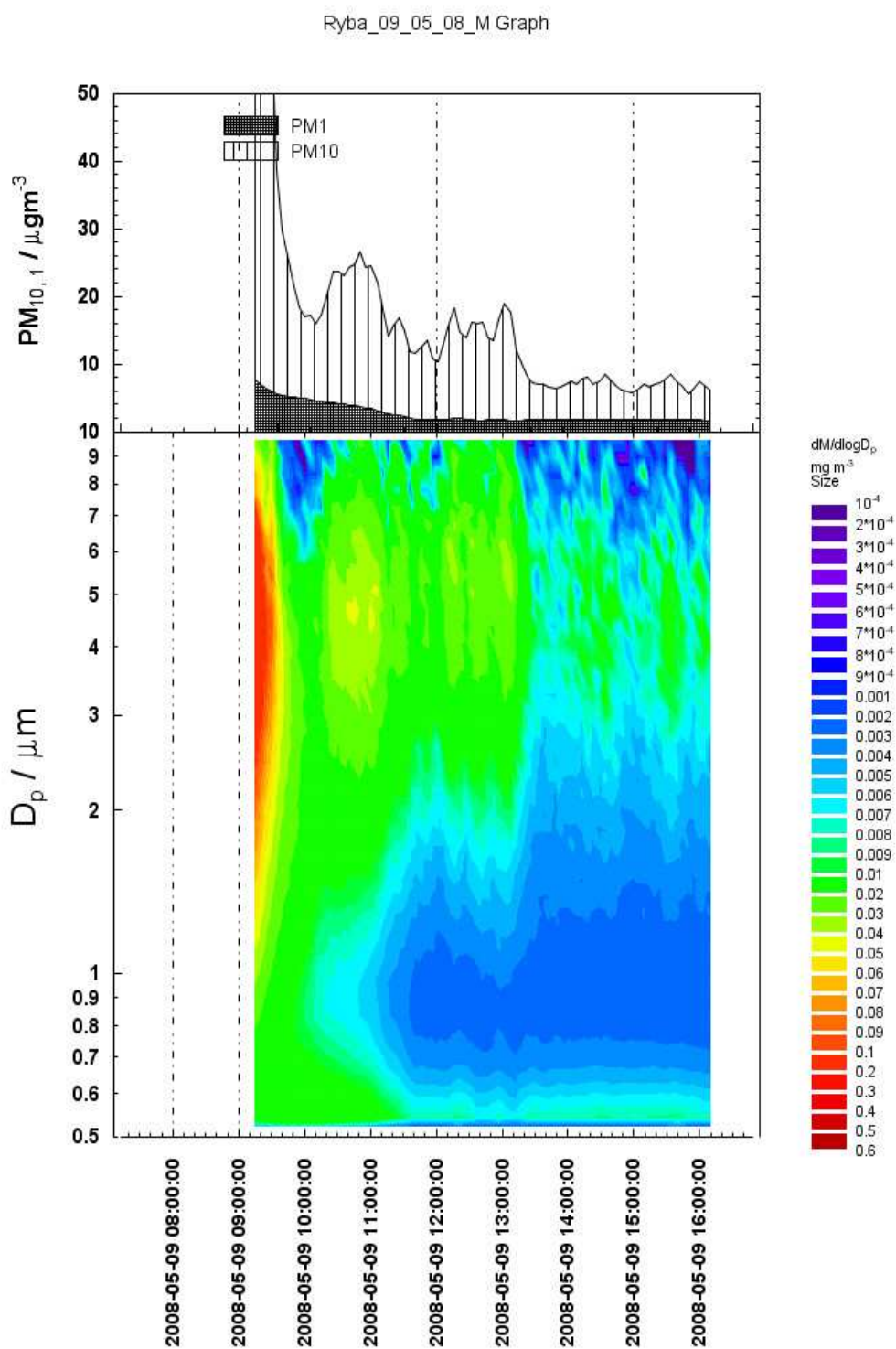
Graf ze dne 7.5.2008, kdy bylo otevřeno, a měření začalo v pět hodin odpoledne. Bylo zde až čtyřicet lidí, otevřena dvě malá vrchní okna i dveře.

8.3.4 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 8.5.2008 (čtvrtek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



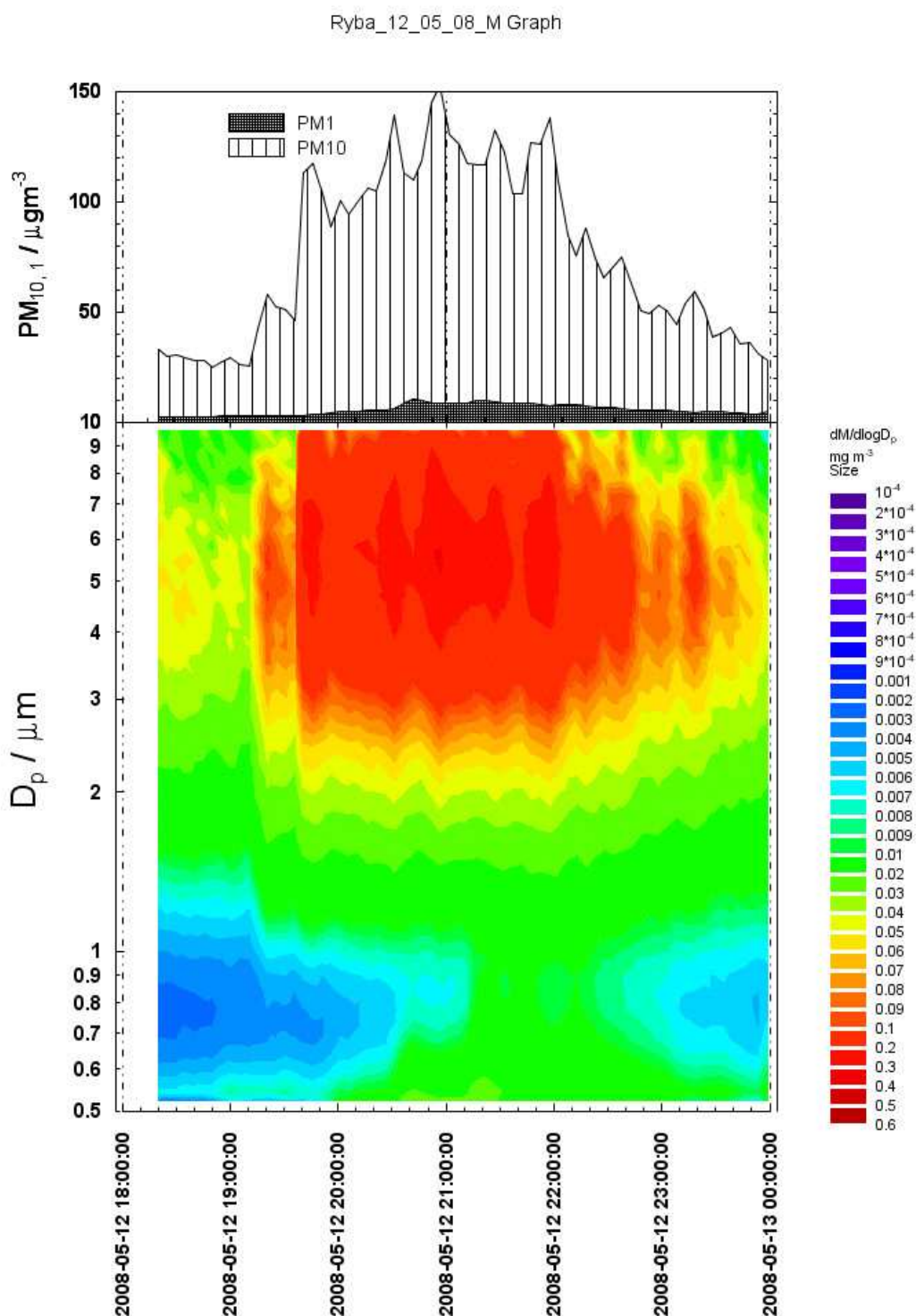
Dne 8.5.2008 bylo zavřeno, a to kvůli Státnímu svátku. Měření skončilo po osmnácté hodině.

8.3.5 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 9.5.2008 (pátek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



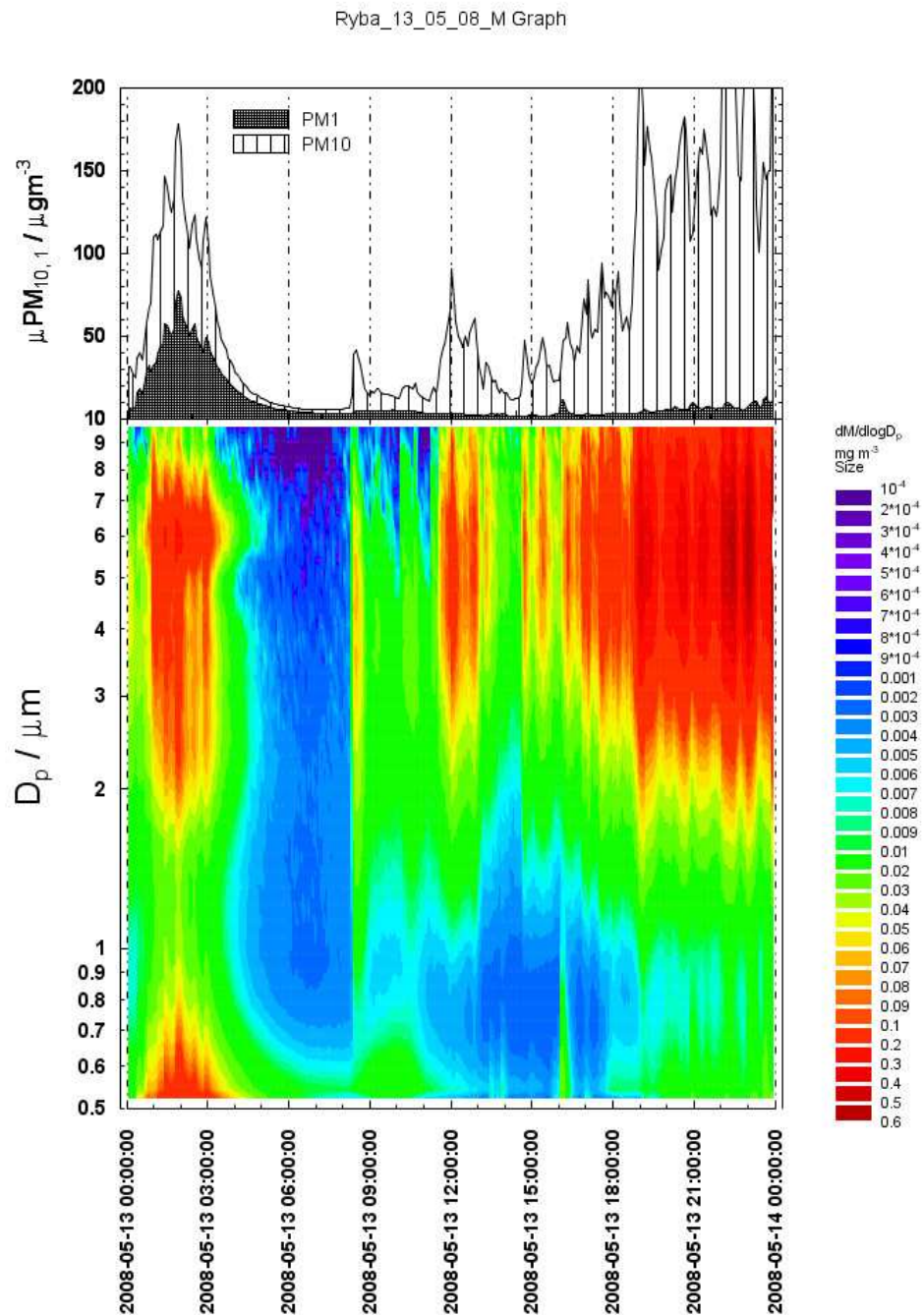
Dne 9.5.2008 bylo započato měření po deváté hodině ranní do čtvrté odpolední. Důvody neznámé.

8.3.6 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 12.5.2008 (pondělí) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Dne 12.5.2008 se v Rybě začalo měřit po šesté hodině večer, to znamená, že jde zde zobrazená celá noc. Byla zde velmi pravděpodobně vysoká návštěvnost.

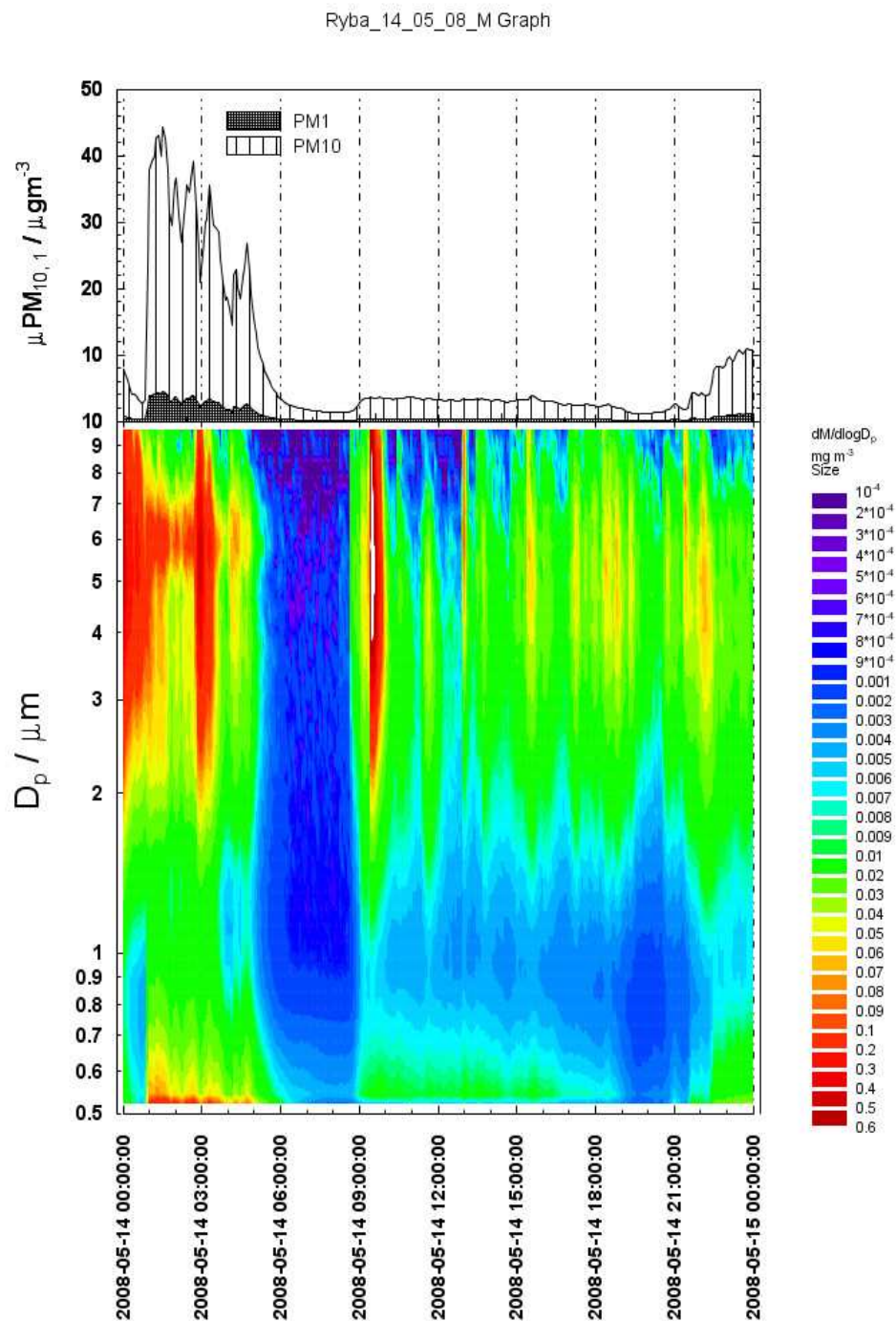
8.3.7 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 13.5.2008 (úterý) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Opět typický den v Rybě, po otevření byla zavřená okna i dveře. Kolem půl jedenácté ale byla otevřena jak okna, tak dveře. Bylo zde kolem čtyř lidí. Odpoledne jich bylo kolem dvanácti a jeden pes. Kolem jedné byla průtrž mračen, přšelo půl hodiny, totéž se opakovalo kolem čtvrté. Jeden kuřák byl venku kolem druhé, dále jsou dva zaznamenaní v pět, v šest, a osm hodin večer.

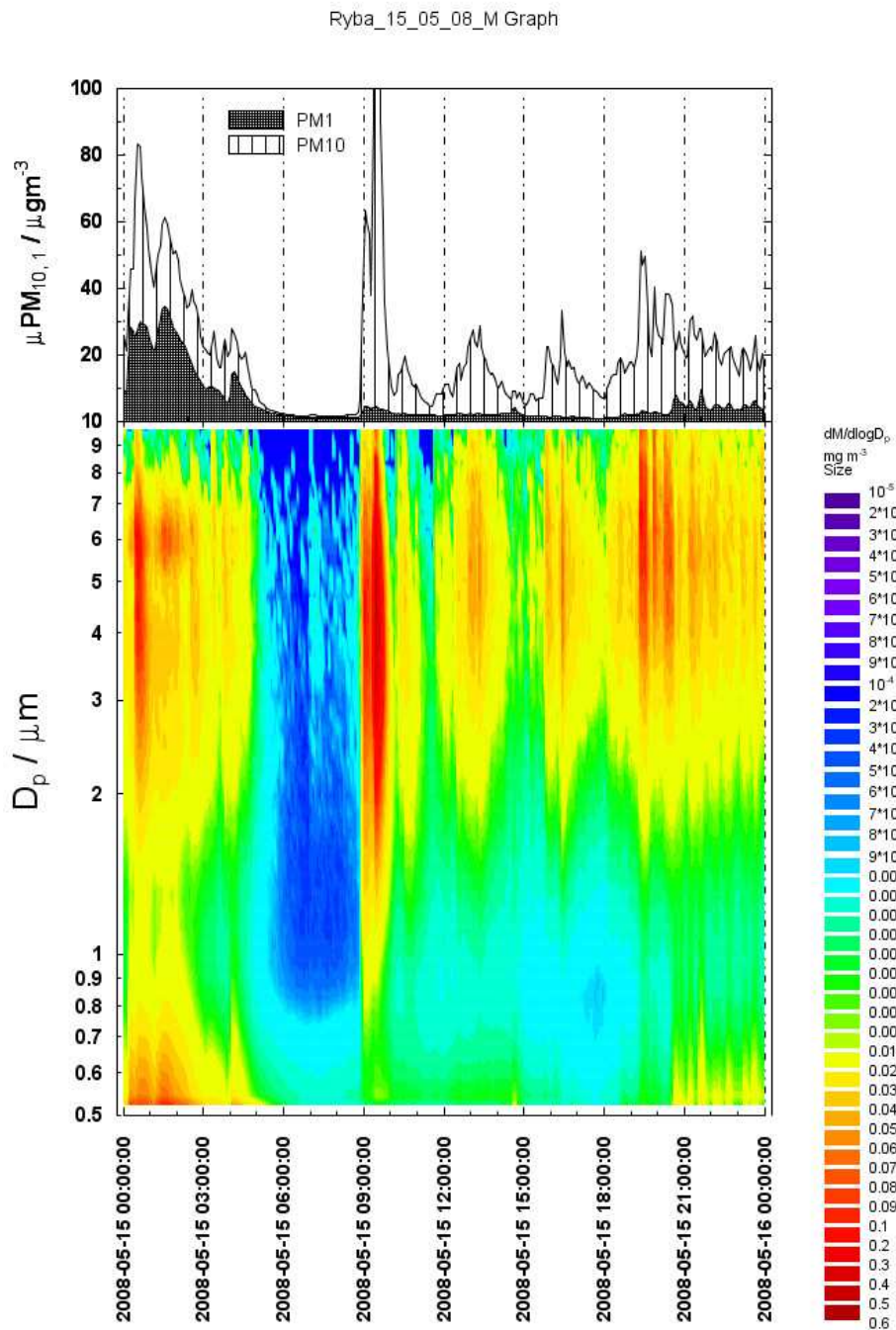


8.3.8 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 14.5.2008 (středa) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



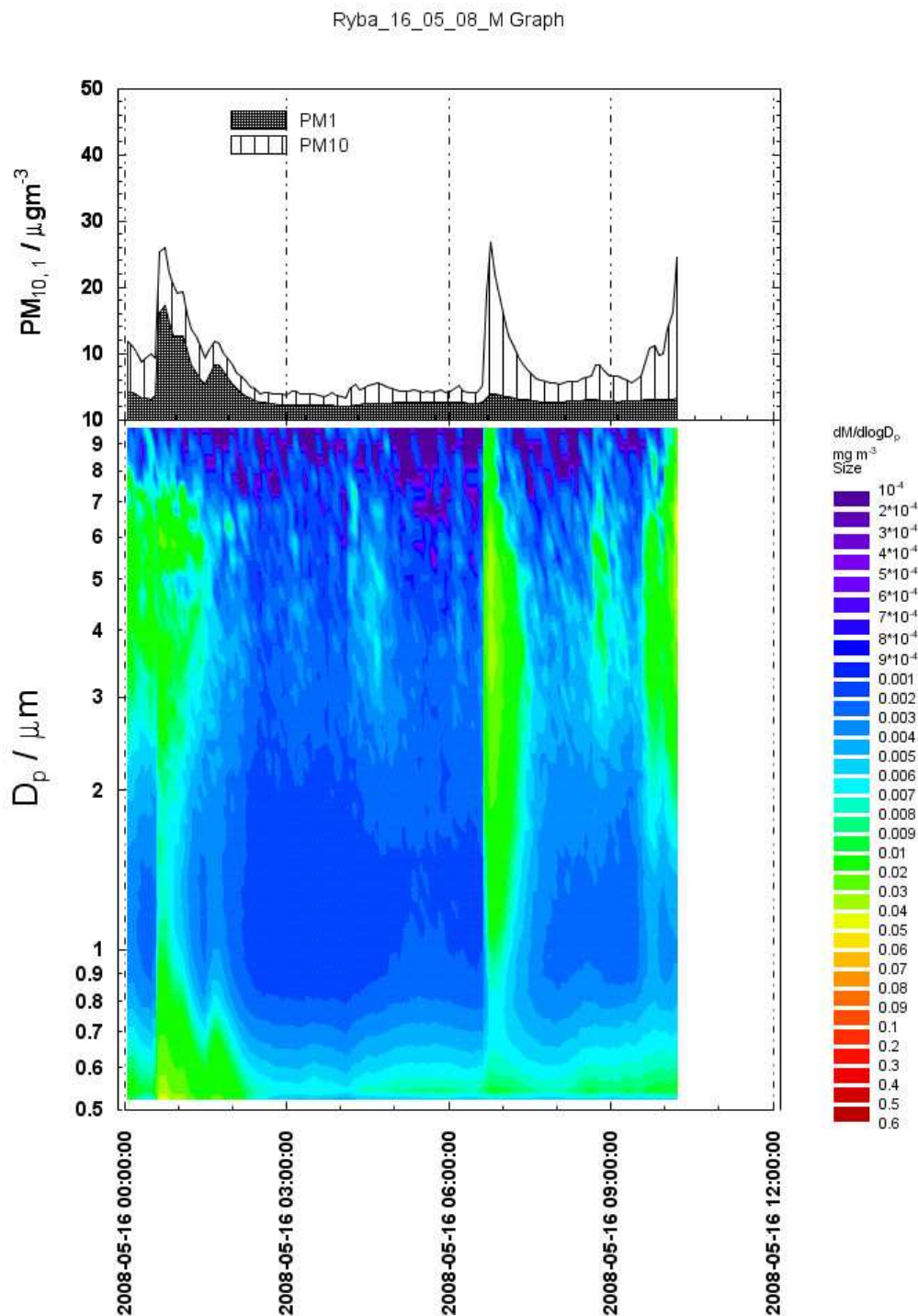
Dne 14.5.2008 byla Ryba otevřena v devět hodin ráno, byla otevřená okna a dveře. Dopoledne se zde vyskytovalo do tří osob, odpoledne pak kolem deseti návštěvníků. Okna a dveře byla skoro celý den otevřena. Svíčka nebyla zaznamenána, ale v deníku je zmínka o jednom kuřákově navečer.

8.3.9 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 15.5.2008 (čtvrtek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



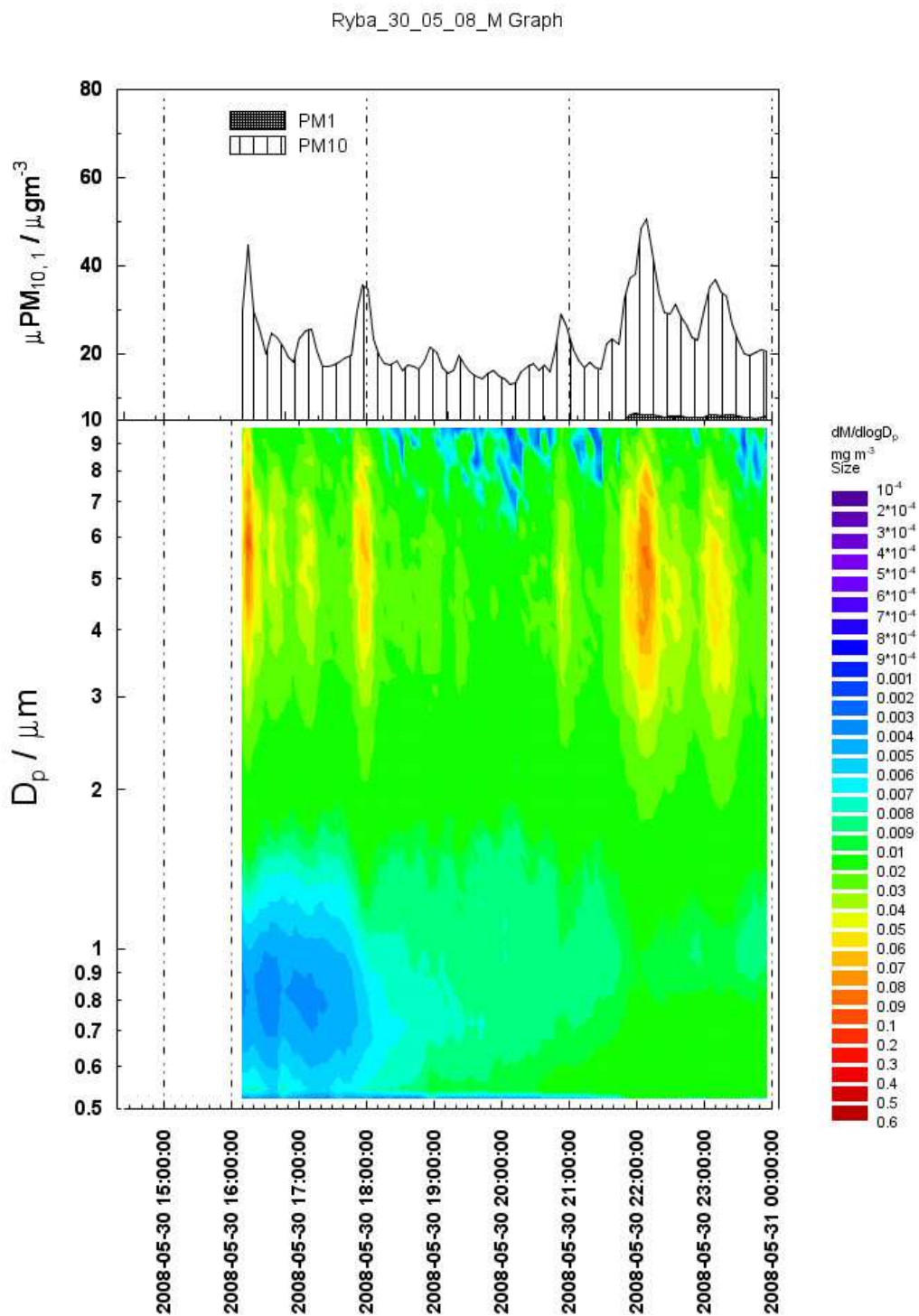
Zde opět vidíme, že bar zavřeli po třetí ráno a otevřeli v devět. Dvě malá vrchní okna byla otevřena po jedenácté hodině dopolední, dveře byly taktéž otevřeny a to po celý den. V Rybě pobývalo dopoledne do deseti lidí, odpoledne pak kolem dvaceti, a večer také kolem dvaceti pěti osob. Kuřáci zaznamenaní ráno jeden, pak kolem čtvrté a sedmé tři. Svíčka nebyla zapálena.

8.3.10 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 16.5.2008 (pátek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



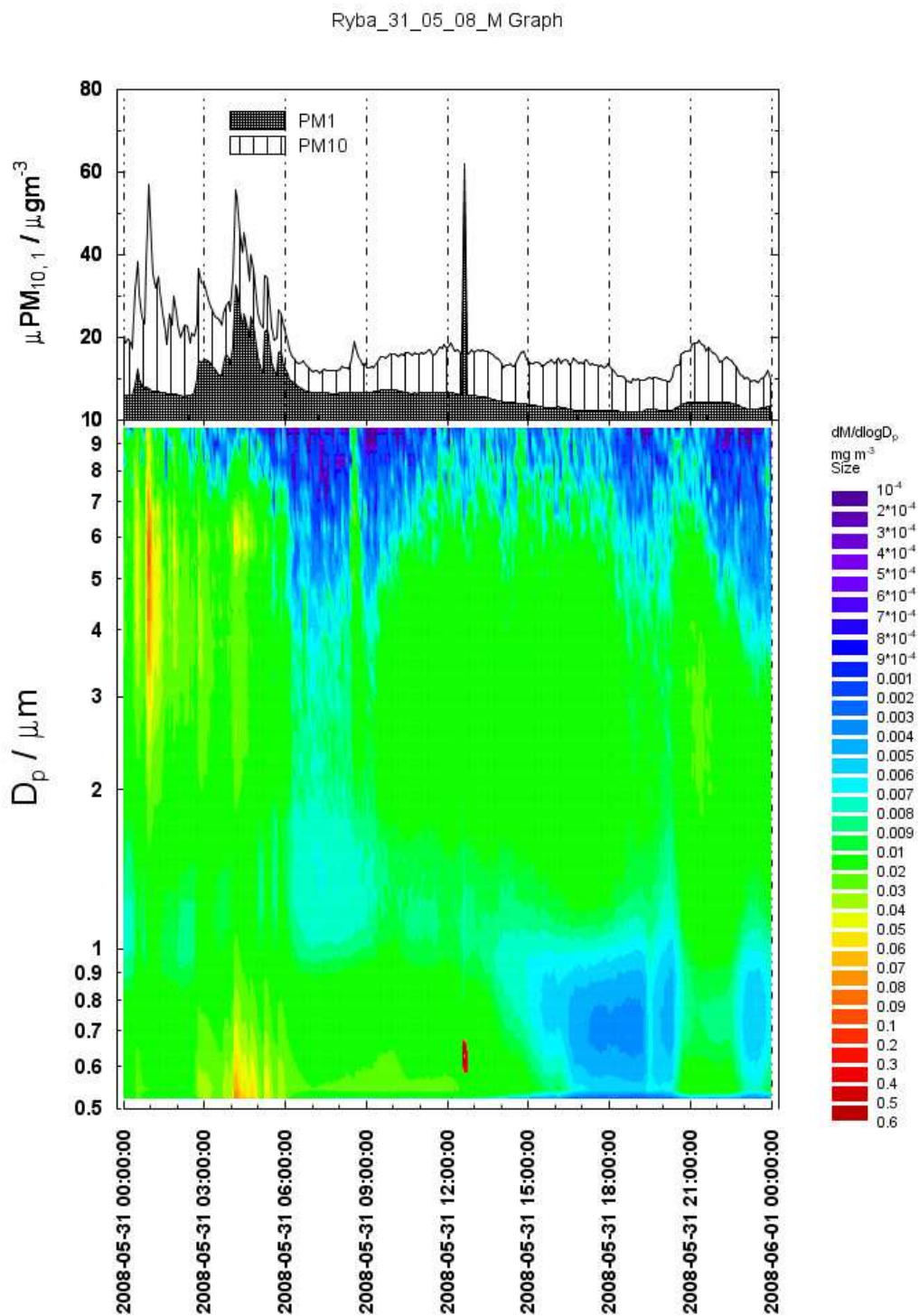
Den, kdy bylo zavřeno a měření bylo ukončeno kolem desáté hodiny dopolední opět z neznámých důvodů.

8.3.11 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 30.5.2008 (pátek) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



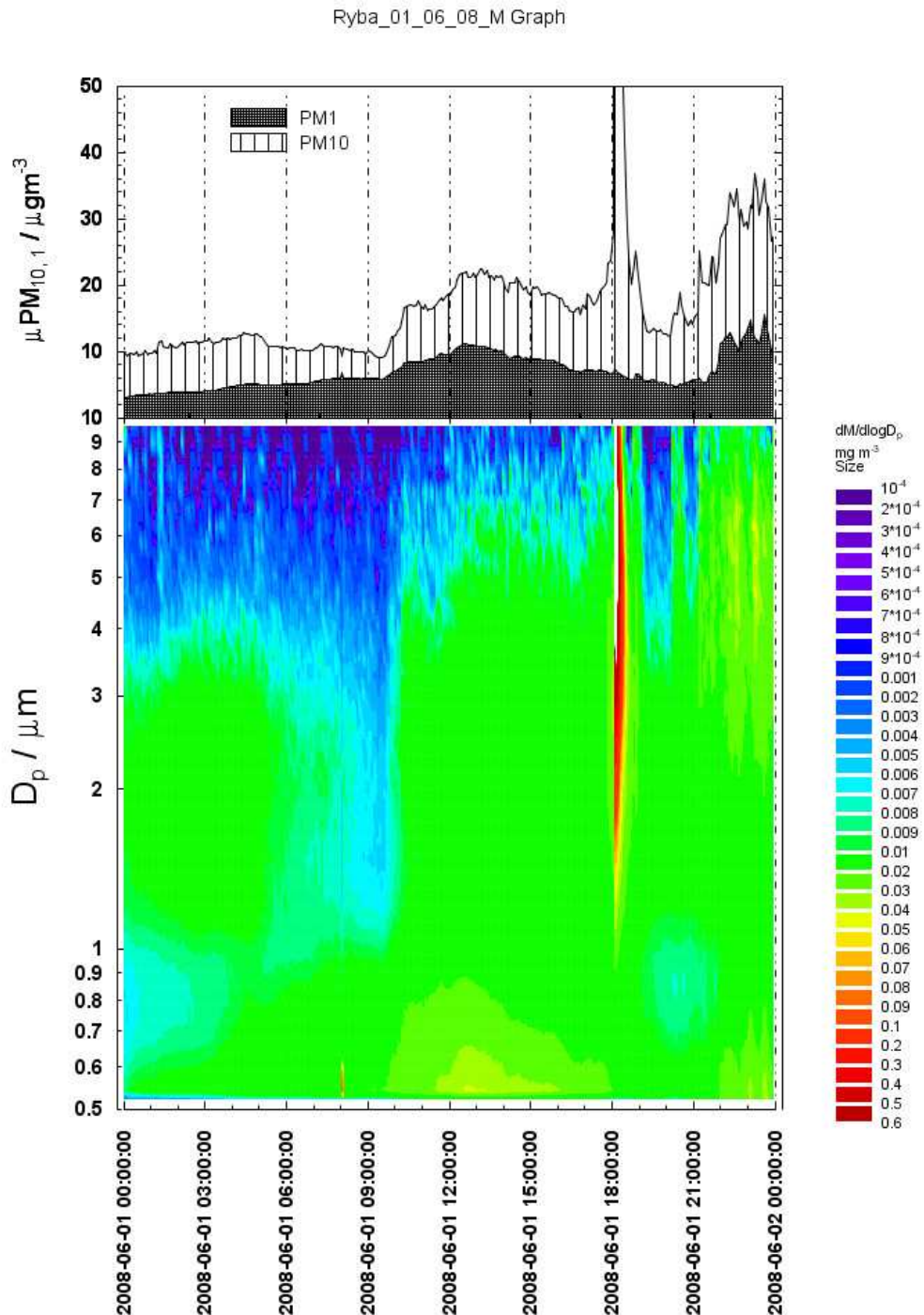
Další ne úplný den, kdy 30.5.2008 začalo měření po čtvrté hodině odpolední, nacházelo se zde kolem patnácti lidí a byla otevřená vrchní okna a dveře.

8.3.12 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 31.5.2008 (sobota) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



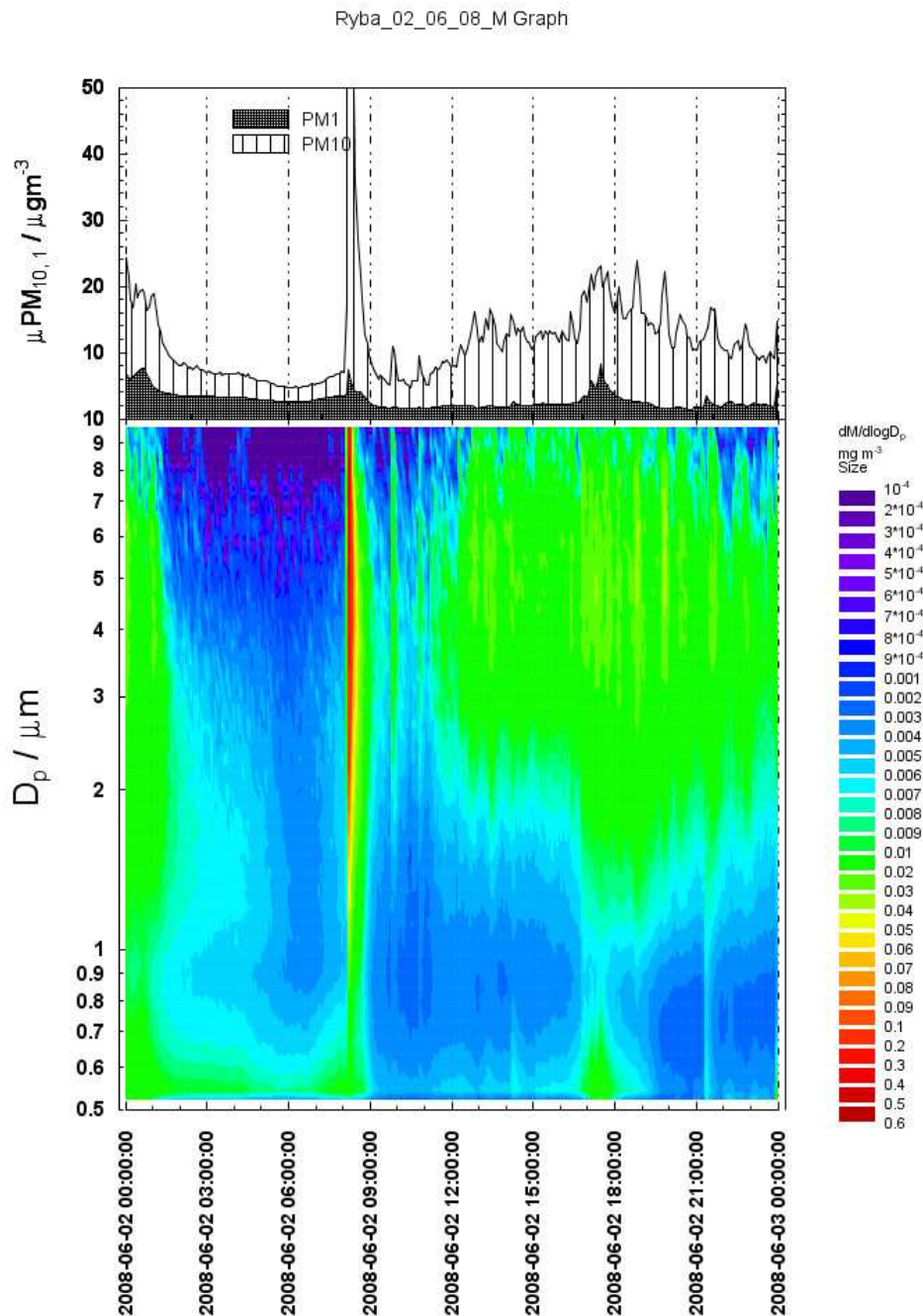
Dne 31.5.2008 bylo v Rybě zavřeno, byla tehdy sobota.

8.3.13 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 1.6.2008 (neděle) – den nekuřácké kampaně (otevřeno až ve večerních hodinách).



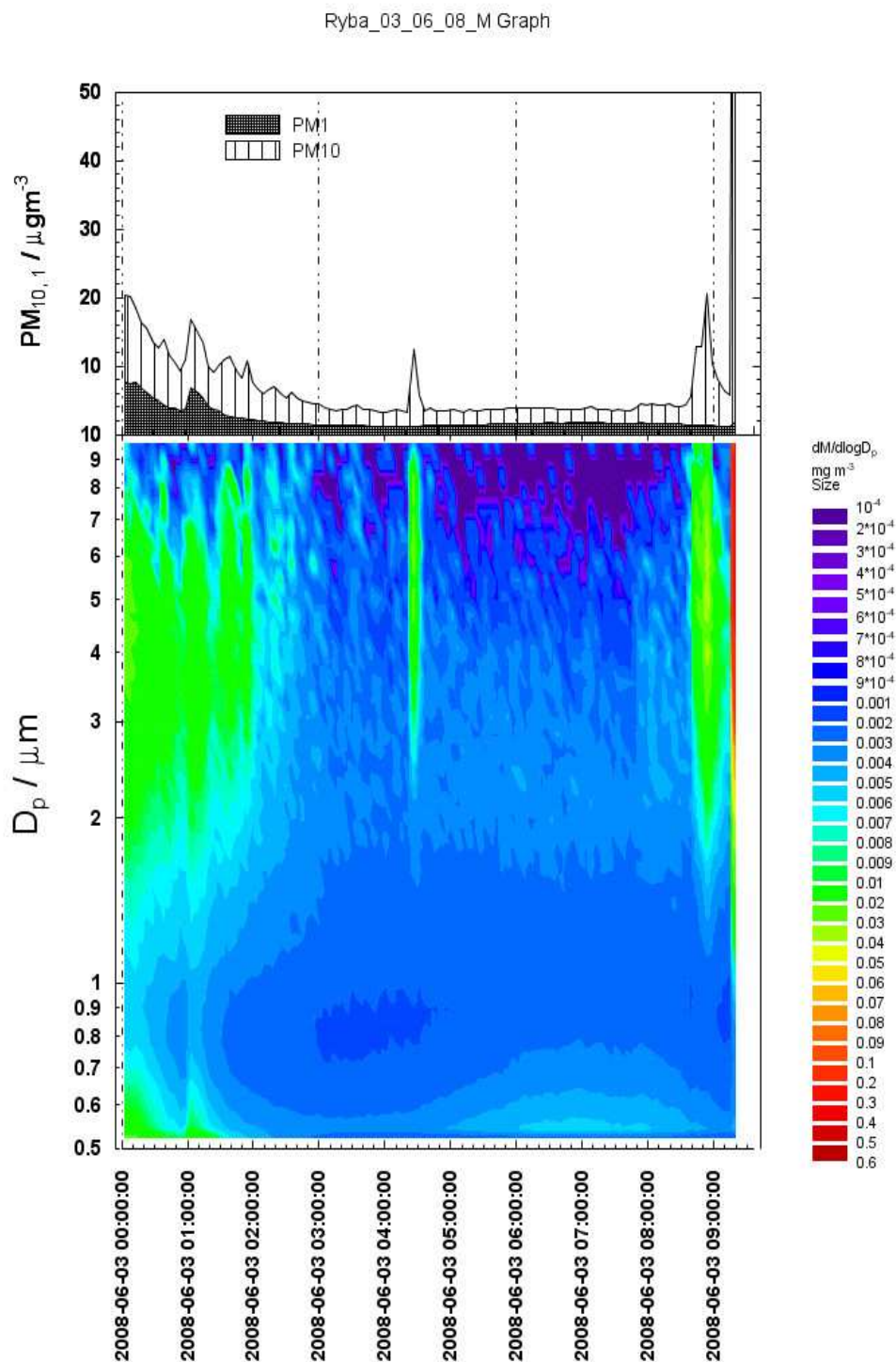
Graf ze dne 1.6.2008 vykazuje, že bylo opět zavřeno celý den, protože byla neděle, a otevřeli v osmnáct hodin.

8.3.14 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 2.6.2008 (pondělí) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Dne 2.6.2008 byla Ryba otevřena v devět ráno, malé vrchné okno i dveře otevřeny po celý den. Pohybovalo se tady zhruba tak do pěti lidí dopoledne a odpoledne pak kolem těch deseti osob. Kuřáci zaznamenaní dva, a to kolem sedmnácté a devatenácté hodiny. Svíčka v tento den nehořela.

8.3.15 Denní chod velikostní distribuce atmosférického aerosolu dne 3.6.2008 (úterý) – den nekuřácké kampaně (otevřeno).



Zde je zobrazena jedna noc v Rybě, takže bylo zavřeno, a měření skončilo v devět ráno, kdy také skončila druhá kampaň.