

BIODOSTUPNOST PRVKŮ A OXIDATIVNÍ POTENCIÁL MĚSTSKÉHO AEROSOLU

Hana Cigánková¹, Pavel Mikuška¹, Jitka Hegrová²

¹ Ústav analytické chemie AV ČR, Brno, Česká Republika

² Centrum dopravního výzkumu, Brno, Česká Republika

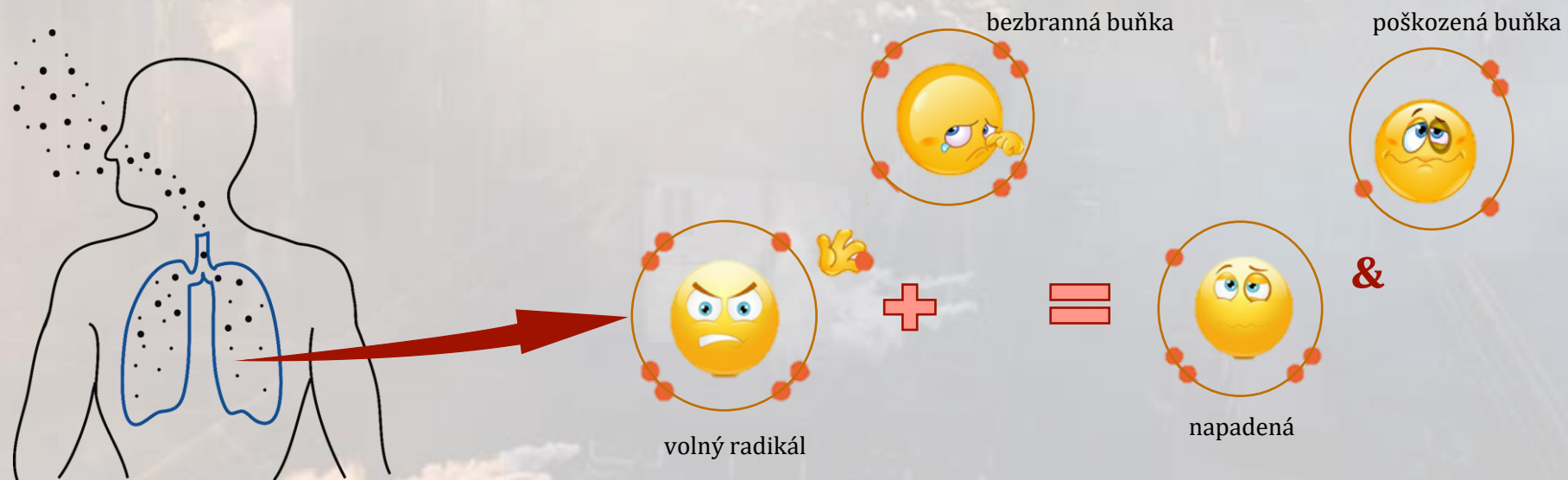
cigankova@iach.cz

ÚVOD

- Zhodnocení vlivů aerosolu na lidské zdraví pomocí **hmotnostní koncentrace, případně celkové koncentrace jednotlivých složek aerosolu**
- Hmotnostní koncentrace PM a celkové koncentrace složek PM by **neměly být jediným relevantním faktorem**:
 - Biodostupnost
 - Velikost částic
 - Emisní zdroje
- Nevýhoda hmotnostních a celkových koncentrací:
 - Hlavní složky (velký přispěvatel k hmotnosti) **nemusí** být velmi/vůbec toxické
 - Stopové složky (nepřispívají velmi k hmotnosti) **mohou** být velmi zdraví škodlivé
 - Celkové koncentrace neodráží skutečnou koncentraci látky, která se do organismu uvolní
- Snaha o nalezení lepšího a **komplexnějšího** parametru

ÚVOD

- Studium biodostupnosti jednotlivých složek aerosolu
- Oxidativní potenciál – metrika vzniku oxidačního stresu
- Jednou z cest, kterými PM způsobuje zdravotní problém je vyvolání nerovnováhy oxidant/antioxidant → oxidační stres
- Některé komponenty PM (např. kovy, chinony) mají schopnost generovat reaktivní sloučeniny kyslíku
 - Volné radikály i látky neradikálové povahy (schopné radikály tvořit)
 - Mohou napadat a poškozovat zdravé buňky



VZORKOVÁNÍ AEROSOLŮ

- Aerosol: PM1 a PM2,5
- Místo odběru: Brno, Veverčí (terasa na 1. patře)
- Typ vzorkovače: velkoobjemové vzorkovače DHA-80 a DH-77
- Průtok vzduchu: 30 m³/h
- Filtr: nitrocelulóza (průměr 150 mm, porozita 3 μm)
- Trvání jedné kampaně: 14 dní
 - Odebráno 7 vzorků pro každou frakci
- Doba odběru: 48 h



Velkoobjemové vzorkovače DHA-80 a DH-77

ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA FILTRŮ

- **Hmotnostní koncentrace:** filtry zváženy před a po vzorkování
- Filtry rozděleny na čtvrtiny
- **Celkové koncentrace:** $\frac{1}{4}$ rozložena v HNO_3 pomocí mikrovlnného rozkladu
- **Biodostupnost a OP:** extrakce do 3 simulovaných plicních tekutin:
 - Extrahováno 24 h při 37°C
 - Vzorky po extrakci filtrovány
- Použité metody: AAS a ICP-MS



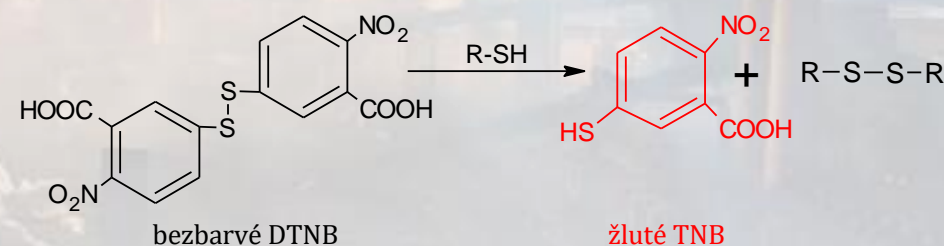
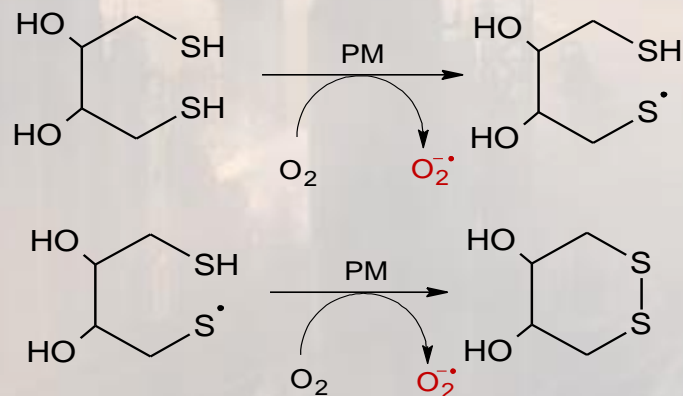
ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA FILTRŮ SIMULOVANÉ PLICNÍ TEKUTINY (SLF)

SLF	Složení
Deionizovaná voda (DW)	
Simulovaná kapalina plicních sklípků (SAF)	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	Clark-Lubs pufr ($\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{NaOH}$)
	1,2-Dipalmitoyl-sn-Glycero-3-Phosphatidylcholin
Gamblův roztok (GS)	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	NaCl
	KCl
	Na_2HPO_4
	Na_2SO_4
	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
	NaHCO_3
Dihydrát citrátu sodného	

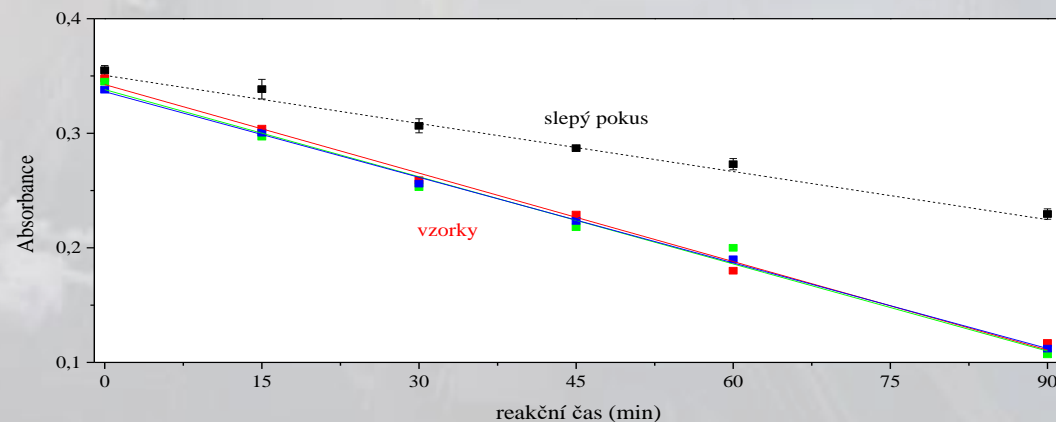
STANOVENÍ OXIDATIVNÍHO POTENCIÁLU

- **Dithiothreitol (DTT) = náhrada fyziologických redukčních látek (NADH/NADPH)**

- Vzorek byl inkubován s DTT při 37°C
- Reakce zastavena v předem zvolených časech přidáním trichloroctové kyseliny
- Přidání DTNB → vznik 2-nitro-5-thiobenzoové kyseliny (TNB)
- Úbytek DTT měřen UV-VIS spektrometrem



- Rychlost úbytku DTT je **přímo úměrná** schopnosti redox-aktivních složek PM generovat ROS



VÝSLEDKY

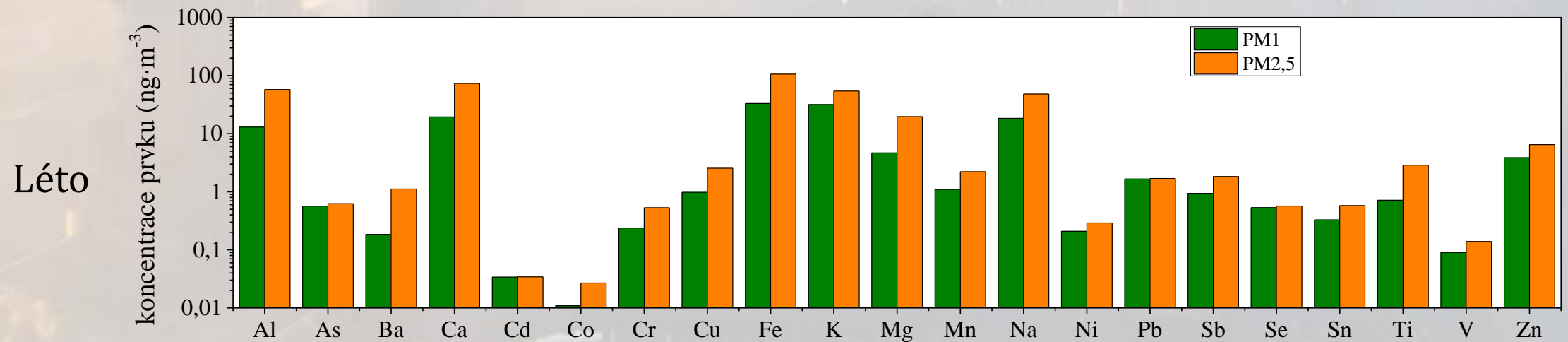
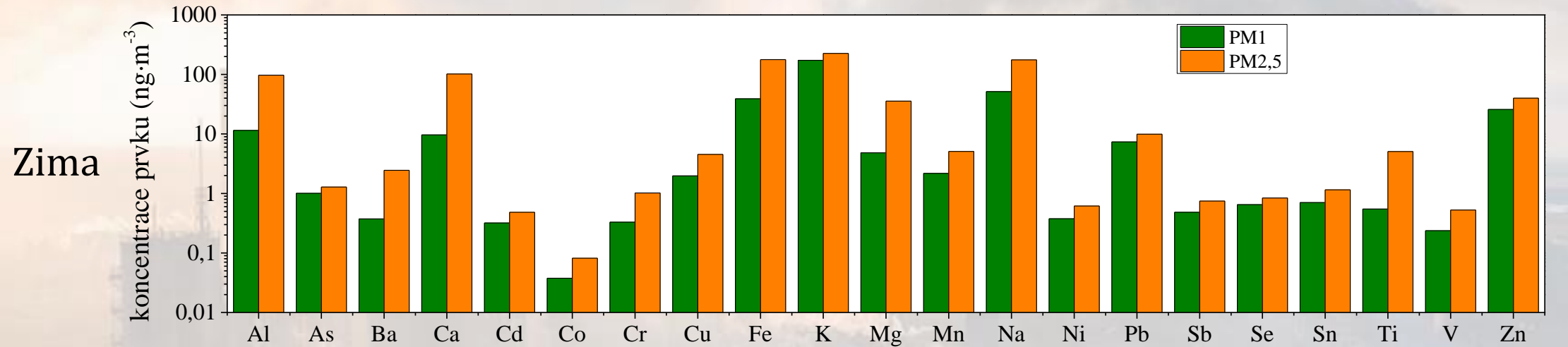
HMOTNOSTNÍ KONCENTRACE

- **Průměrné** hmotnostní koncentrace PM1 a PM2,5 se lišily v průběhu vzorkovacích kampaní
- Vyšší hmotnostní koncentrace PM1 a PM2,5 v zimě než v létě

	PM1		PM2,5	
	PRŮMĚR ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	ROZSAH ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	PRŮMĚR ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	ROZSAH ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
Zima	21,96	14,55 – 32,64	30,44	19,70 – 40,02
Léto	9,74	7,19 – 13,72	12,49	9,34 – 15,08

VÝSLEDKY

CELKOVÉ KONCENTRACE PRVKŮ

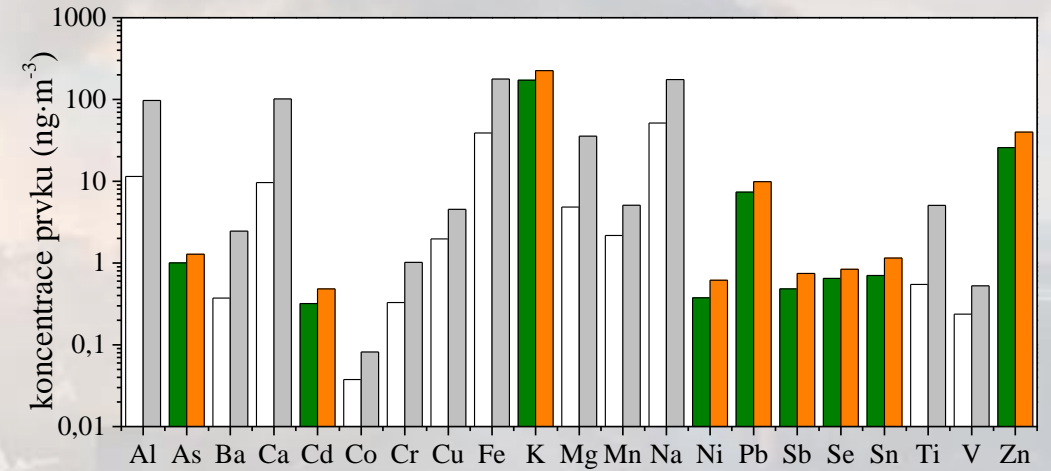
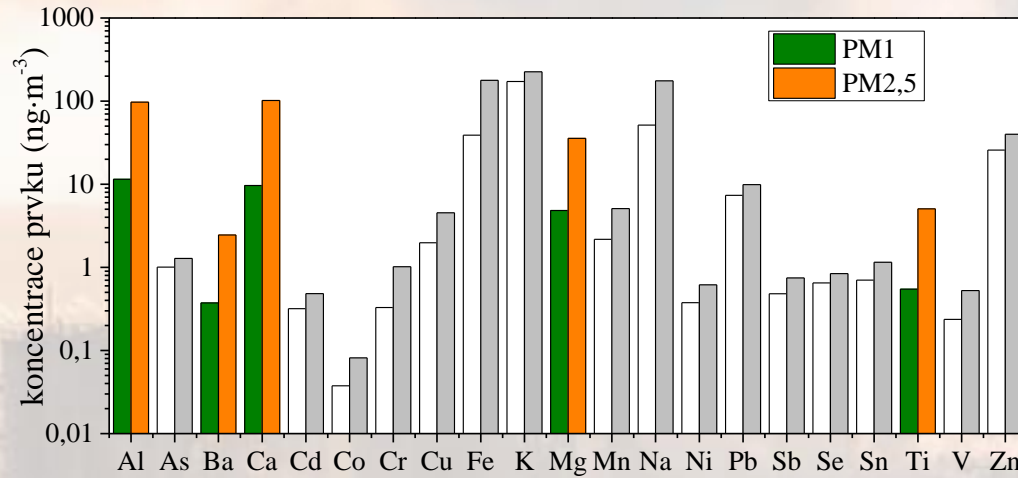


CELKOVÉ KONCENTRACE PRVKŮ

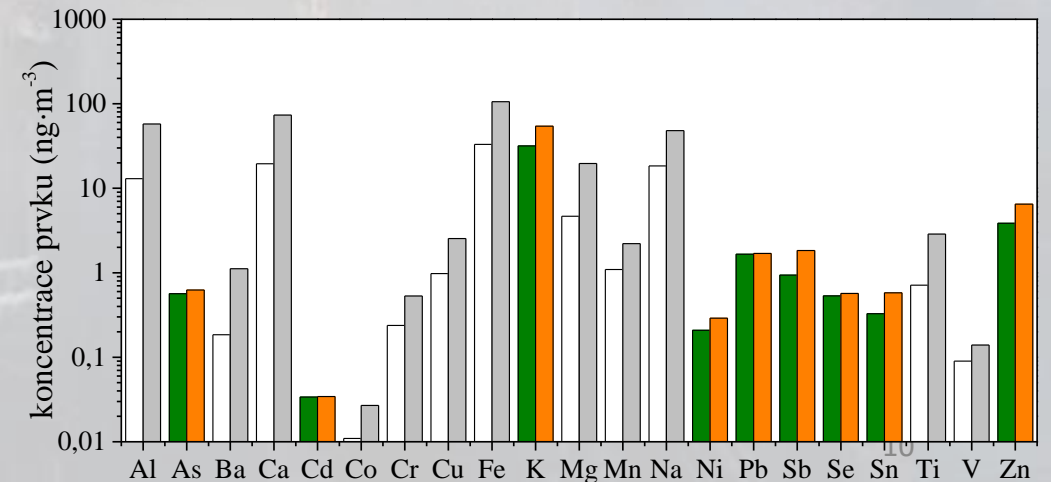
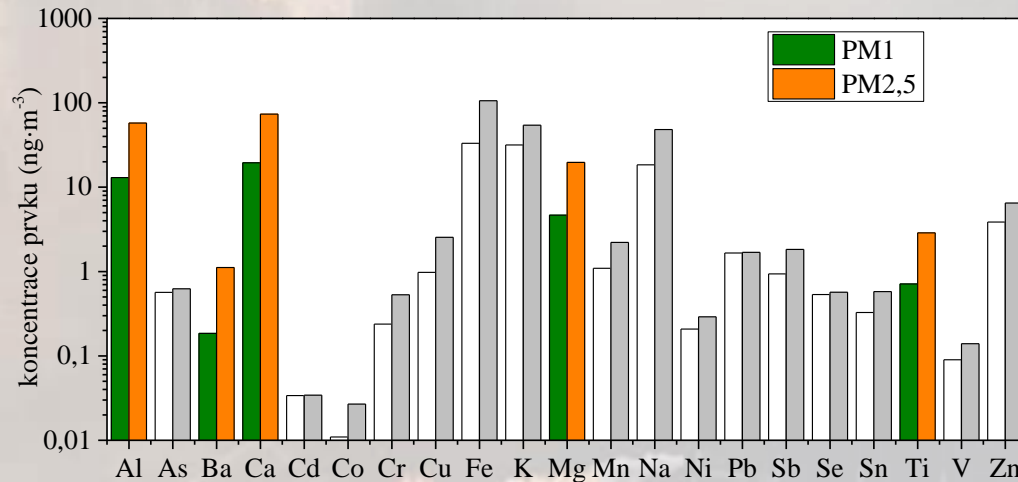
Přírodní zdroje

Antropogenní zdroje

Zima



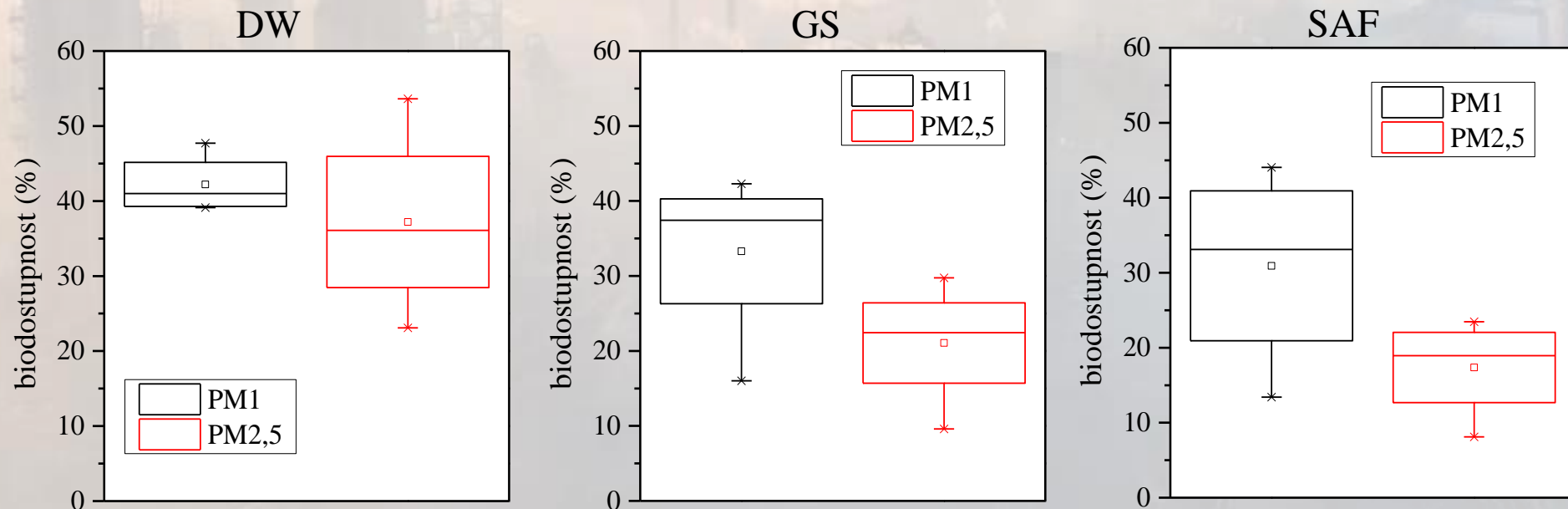
Léto



VÝSLEDKY

BIODOSTUPNOST PRVKŮ

- Podíl koncentrace rozpuštěné frakce prvku v dané SLF a celkové koncentrace prvku
- Biodostupnost prvků pro **PM1** aerosol byla ve všech studovaných SLF **vyšší** než pro **PM2,5** aerosol

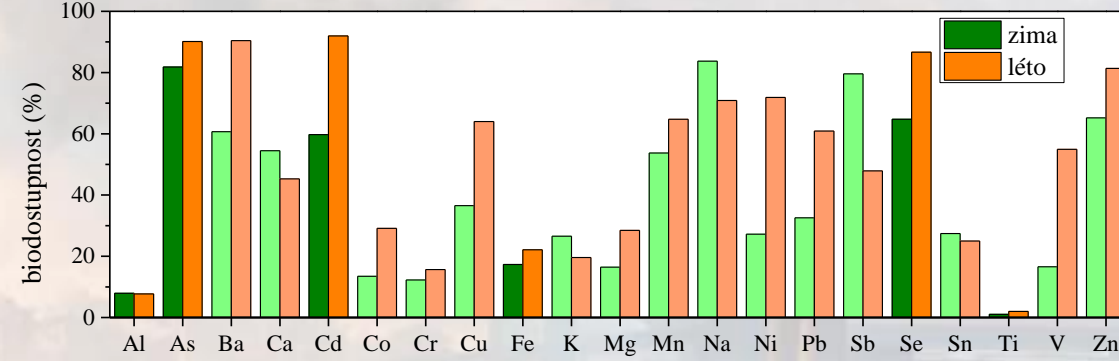
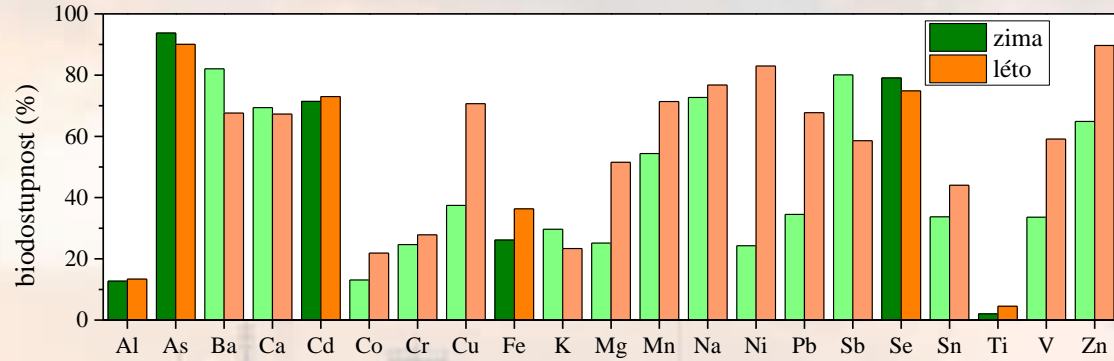


BIODOSTUPNOST JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ

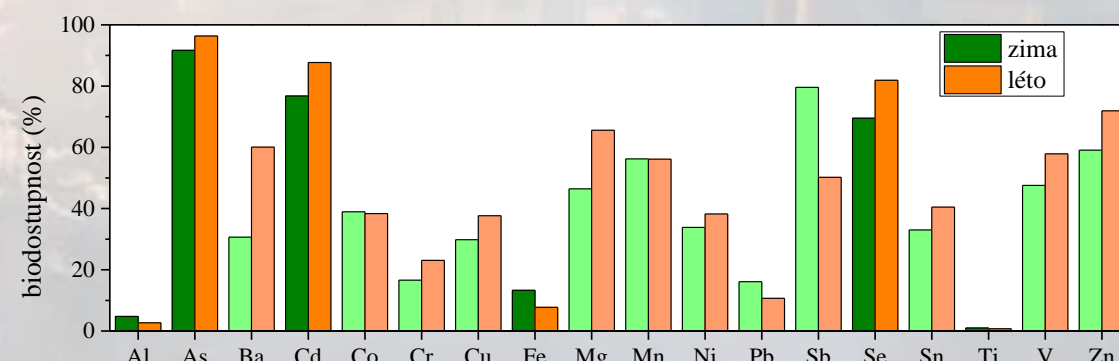
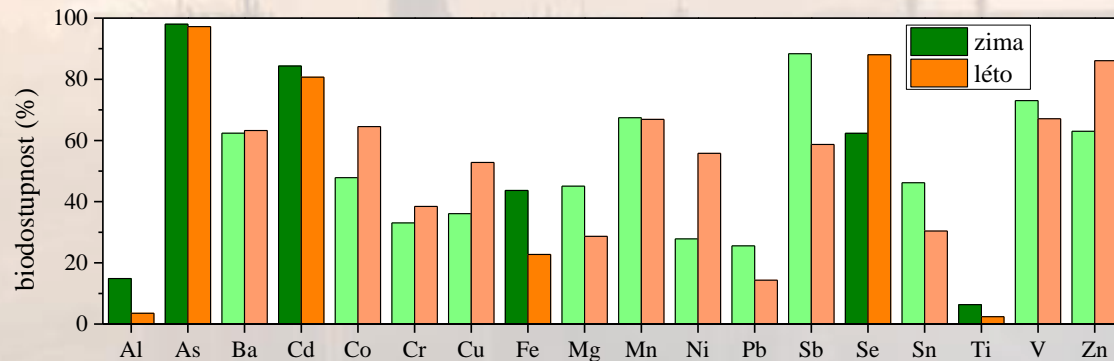
PM1

PM2,5

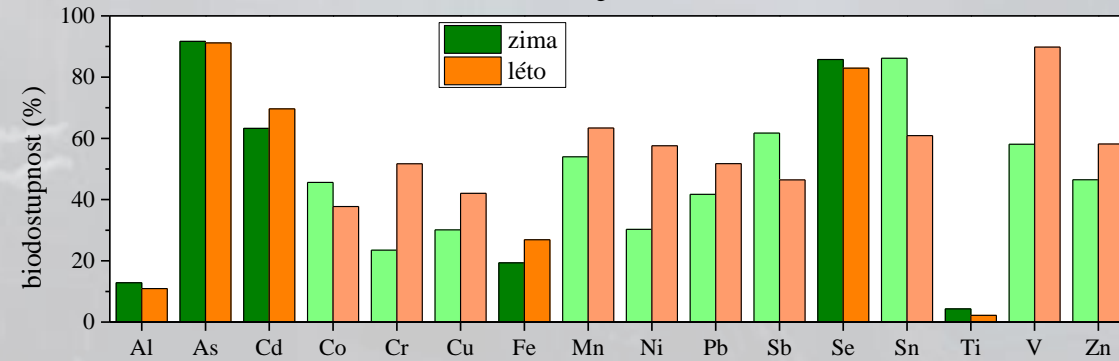
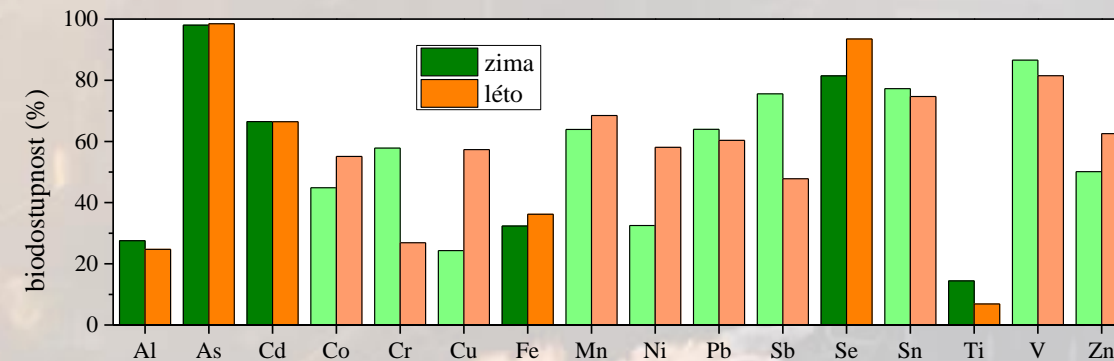
DW



SAF



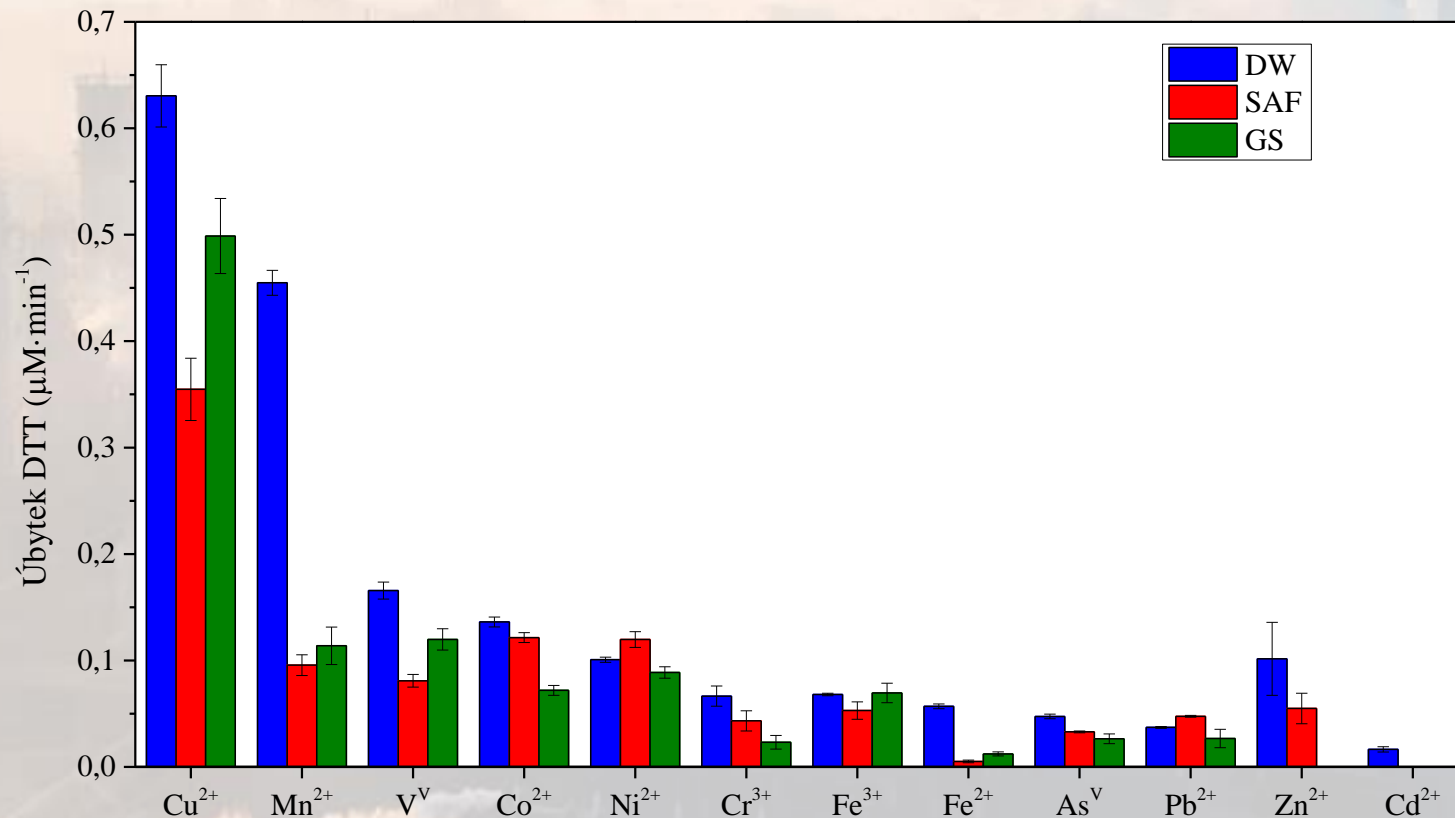
GS



VÝSLEDKY

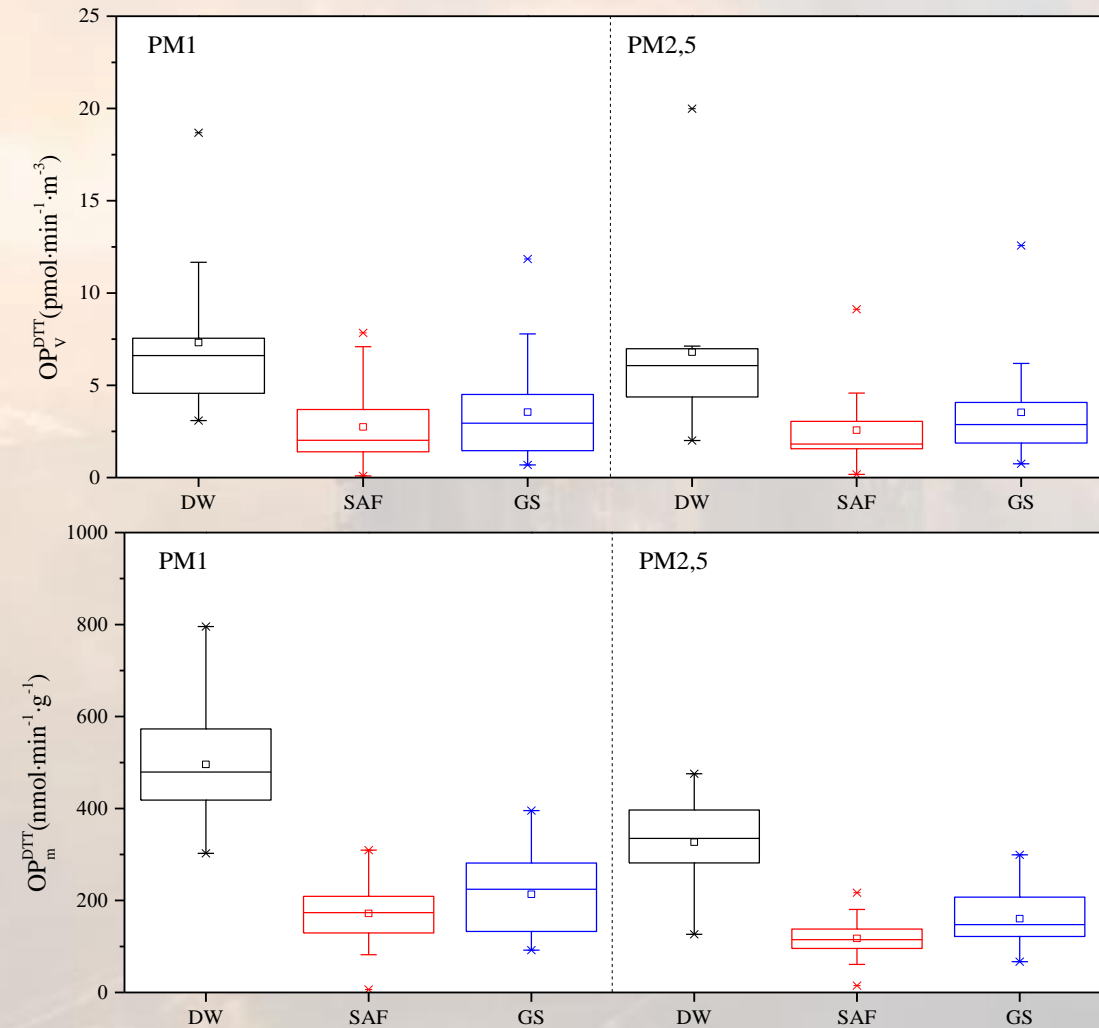
OXIDATIVNÍ POTENCIÁL STANDARDNÍCH ROZTOKŮ

- Rychlost úbytku DTT pro 1 μM redox-aktivní prvky
- **Nejvyšší** OP byl naměřen pro Cu^{2+} a Mn^{2+} a **nejnižší** pro Cd^{2+}



VÝSLEDKY

OXIDATIVNÍ POTENCIÁL MĚSTSKÉHO AEROSOLU

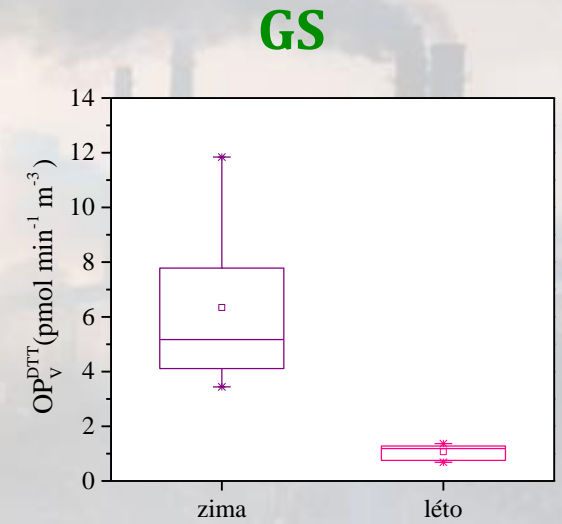
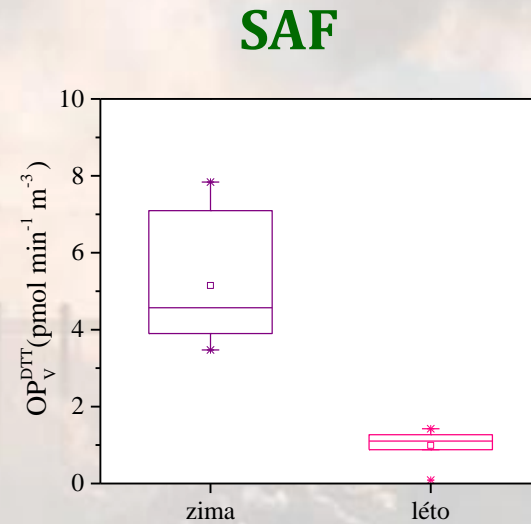
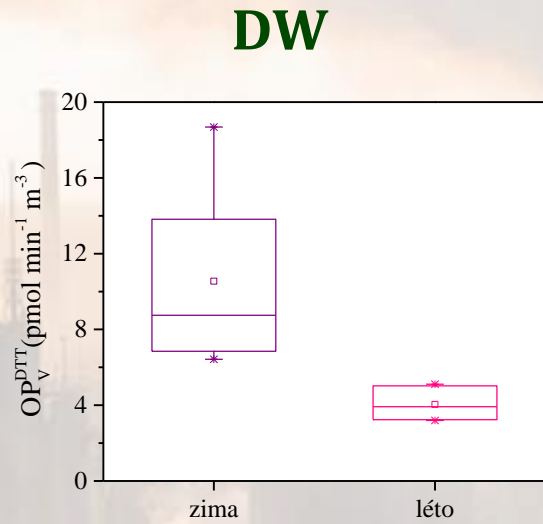


- **Objemově normalizovaný OP**
- Odráží skutečnou expozici redox-aktivním složkám při vdechnutí PM
- **Hmotnostně normalizovaný OP**
- Představuje míru OP související s velikostí a složením PM

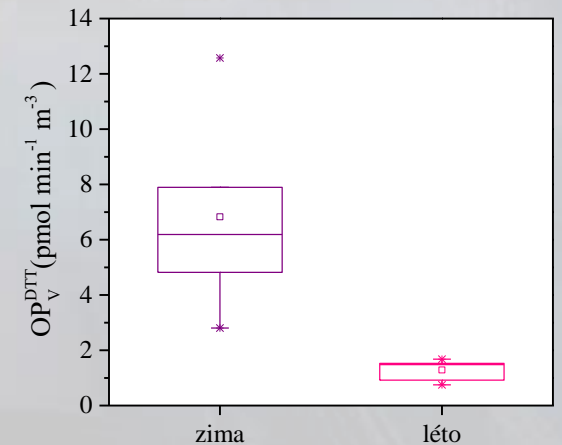
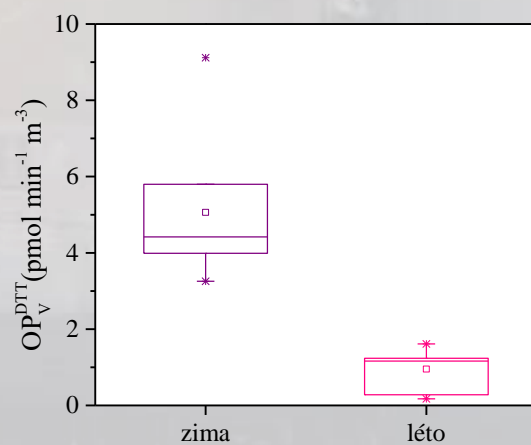
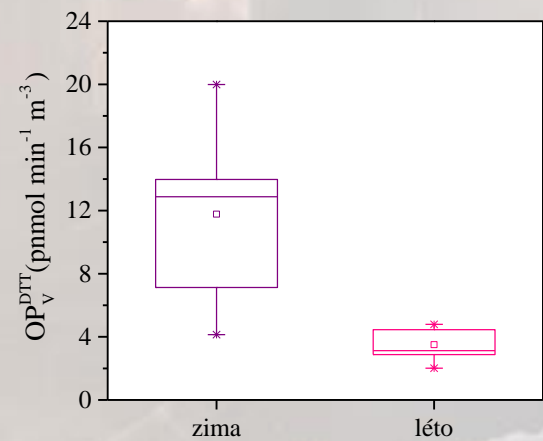
VÝSLEDKY

OXIDATIVNÍ POTENCIÁL MĚSTSKÉHO AEROSOLU

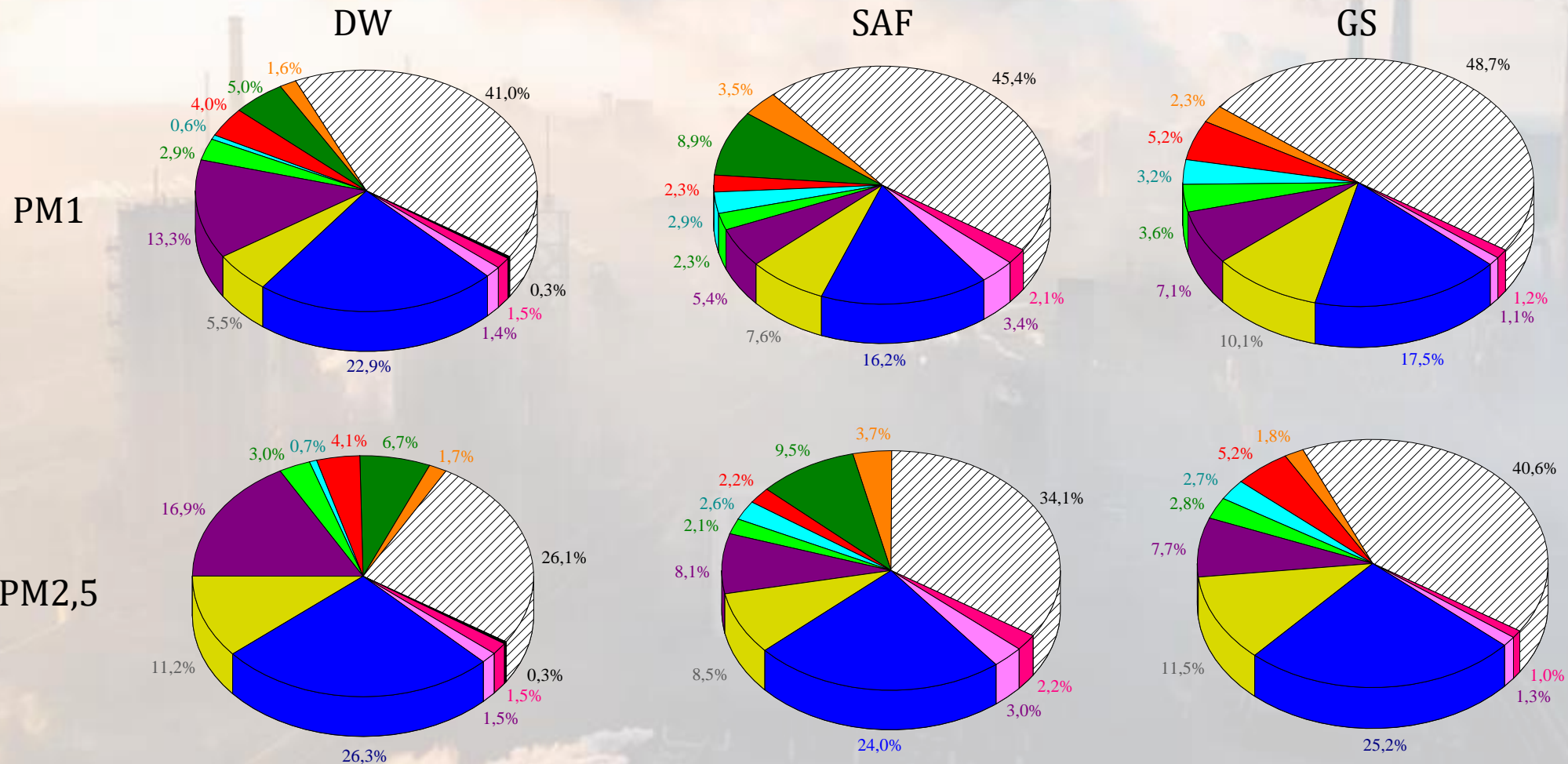
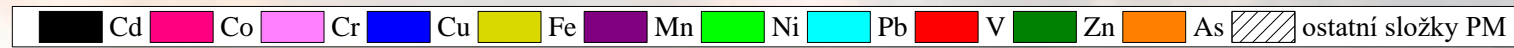
PM1



PM2,5



ODHADOVANÝ PŘÍSPĚVĚK PRVKŮ K OP MĚSTSKÉHO AEROSOLU

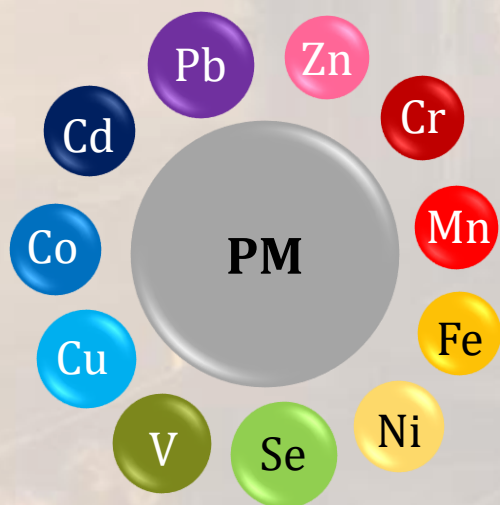


ZÁVĚR

- Hmotnostní koncentrace PM1 a PM2,5 byly vyšší v zimě než v létě
- Celková koncentrace většiny prvků vázaných na PM1 a PM2,5 byla vyšší v zimě než v létě
- Pro studium biodostupné frakce prvků byly použity 3 simulované plicní tekutiny
- Vyšší biodostupnost prvků byla v PM1 frakci → prvky vázané na PM1 představují **vyšší zdravotní rizika**
- Výsledky hmotnostně a objemově normalizovaného OP naznačují, že PM1 představuje **vyšší zdravotní rizika**
- Z výsledků výpočtu příspěvku jednotlivých prvků k oxidativnímu potenciálu PM1 i PM2,5 vyplývá, že k oxidativnímu potenciálu částic aerosolu mezi prvky nejvíce přispívá **Cu, Mn, Fe a Zn**

PODĚKOVÁNÍ

- Tento příspěvek byl vytvořen se státní podporou Grantové agentury České republiky v rámci grantu P503/20/02203S a také s finanční podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci programu Národní udržitelnosti I, projektu Centra dopravního výzkumu (LO1610) a na výzkumné infrastrukturu pořízené z Operačního programu Výzkumu a vývoje pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064)



DĚKUJI ZA VAŠI POZORNOST