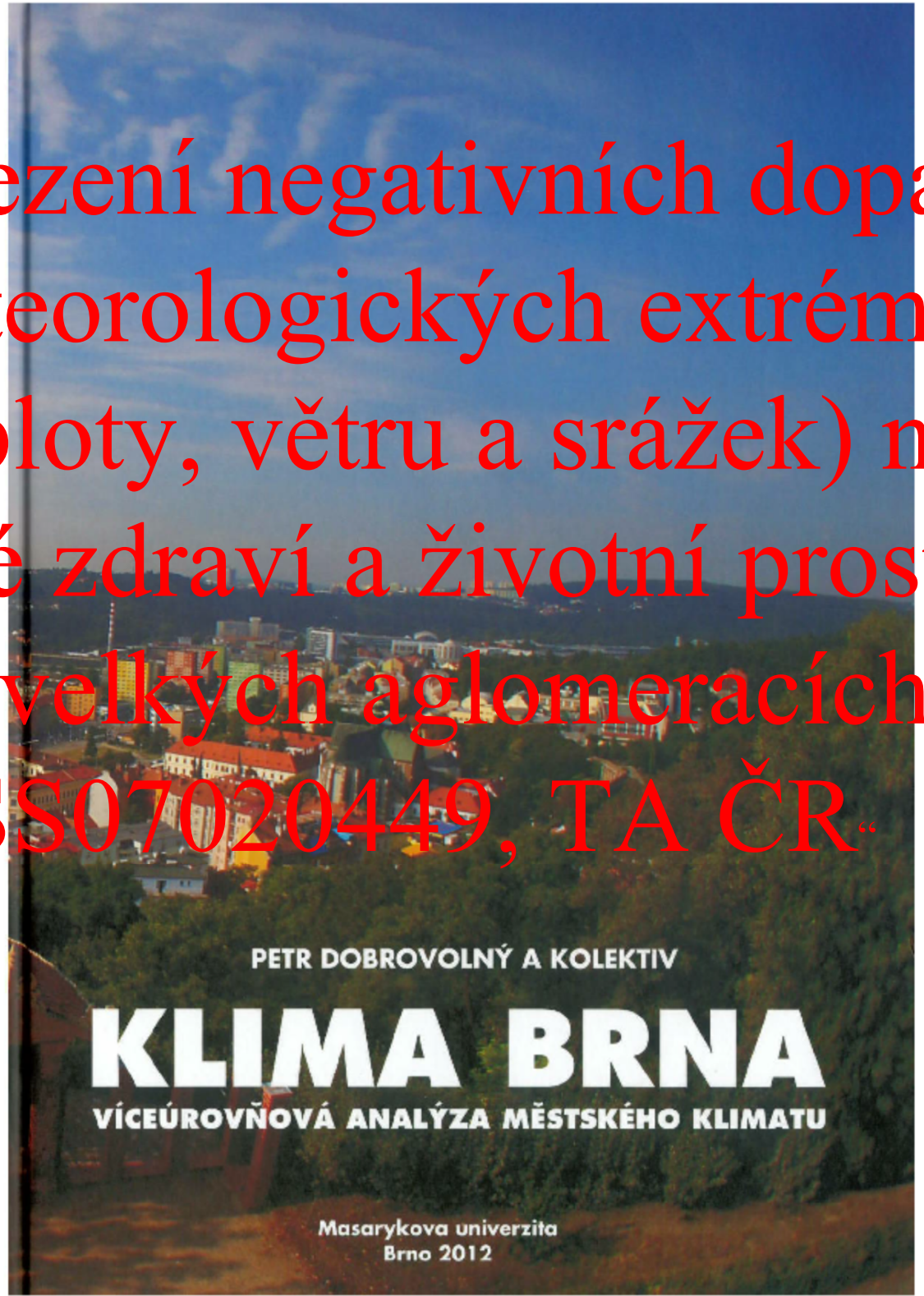
Analýza mikročástic na povrchu ovoce v blízkosti dopravních komunikací v Hradci Králové

Martina Brenčič, Markéta Holíková, Jaroslav Rožnovský

Mendelova univerzita v Brně, · Český hydrometeorologický ústav

„Omezení negativních dopadů meteorologických extrémů (teploty, větru a srážek) na veřejné zdraví a životní prostředí ve velkých aglomeracích, SS07020449, TA ČR“



Klima městské

vyjadřuje klima velkých měst a průmyslových aglomerací, které se vytváří za spolupůsobení specifického *aktivního povrchu* měst, antropogenní produkce tepelné energie a průmyslové, dopravní i jiné činnosti ve městech.
Aktivní povrch měst je tvořen střechami a stěnami budov, vozovkami s umělým povrchem, malou plochou zeleně a jeho vlastnosti závisí i na typu zástavby, šířce ulic apod.
Od klimatu přilehlého venkovského okolí se městské klima zpravidla liší nižší prům. rychlostí větru, vytvářením *tepelného ostrova* města, nižší *relativní vlhkostí vzduchu*, sníženou dohledností a podstatně vyššími *emisemi* znečišťujících látek, které unikají do atmosféry z různých zdrojů znečištění (tepelné elektrárny, teplárny, továrny, domácí topeniště, spalovací motory aj.).

Vyšší *znečištění ovzduší* ve městech se projevuje snížením slunečního záření.

Tepelný ostrov

je oblast zvýšené teploty vzduchu v *mezní* a *přízemní vrstvě atmosféry* nad městem nebo průmyslovou aglomerací ve srovnání s venkovským okolím.

Tepelný ostrov vzniká především v důsledku:

a) umělého *aktivního povrchu* (asfalt, beton apod.), který podmiňuje větší akumulaci tepla a menší *albedo* ve městě;

b) charakteristické vodní a vláhové bilance (např. rychlý odtok, nízká vlhkost vzduchu, malá spotřeba tepla na výpar);

c) *tepelného znečištění ovzduší* z antropogenních zdrojů (zvláště výrazné v topném období). Intenzitu tepelného ostrova vyjadřují průměrné nebo maximální rozdíly teploty vzduchu v dané výšce nad středem města a okolím s přirozeným povrchem. Intenzita tepelného ostrova je většinou úměrná velikosti města a jeho průmyslové činnosti.

Tepelný ostrov

Nejzřetelněji se tepelný ostrov vytváří za jasného, málo větrného počasí ve dne i v noci.

Za slabého všeobecného proudění vzduchu vzniká v důsledku tepelného ostrova vlastní cirkulační buňka mezi městem a okolím s vertikální cirkulací podobnou přirozené termice a připomínající *brízovou cirkulaci*.

Má sekundární účinky, jako vyklenutí *směšovací vrstvy* se *zákalem* nad tepelným ostrovem, zvýšené množství konv. oblačnosti, popř. atm. srážek v *závětří* aj.

„Omezení negativních dopadů meteorologických extrémů (teploty, větru a srážek) na veřejné zdraví a životní prostředí ve velkých aglomeracích, SS07020449“

Ovocný sad na ulici Na Potoce v Hradci Králové



Cíl práce

Popsat spektrum částic nalezených na povrchu jablek rostoucích u frekventované komunikace v Hradci Králové a posoudit jejich možný původ na základě kombinace morfologie a prvkového složení.

Doplňkově byly porovnány nálezy na plodech

z přivrácené a odvrácené strany koruny stromu,

na omytých a neomytých plodech

a při dvou způsobech mechanického přenosu částic na polykarbonátový filtr.

Stanice kvality ovzduší HK Brněnská



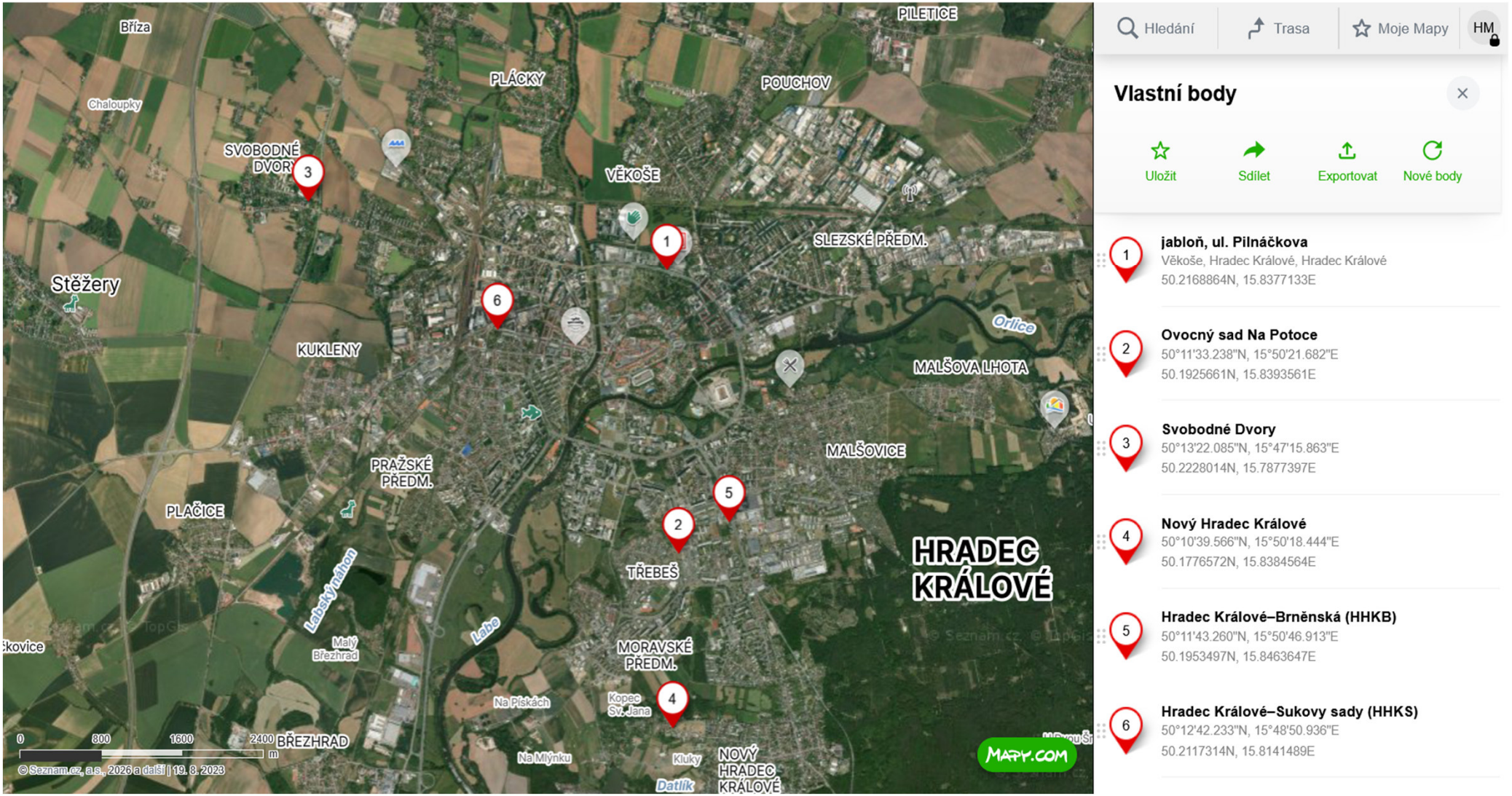
Veličina	Metoda analýzy	Jednotka	Zahájení
NO (oxid dusnatý)	chemiluminiscence	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2004
NO_2 (oxid dusičitý)	chemiluminiscence	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2004
NO_x (oxidy dusíku)	chemiluminiscence	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2004
CO (oxid uhelnatý)	IR-korelační absorpční spektrometrie	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2004
$PM_{2,5}$ (jemné částice $PM_{2,5}$)	radiometrie - absorpce beta záření	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2004
PM_{10} (částice PM_{10})	radiometrie - absorpce beta záření	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2004

Stanice Zdravotního ústavu Ústí nad Labem - Hr.Král.-Sukovy sady

Seznam a charakteristika veličin			
Veličina	**Metoda analýzy**	**Jednotka**	**Zahájení**
NO (oxid dusnatý)	chemiluminiscence	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2016
NO_2 (oxid dusičitý)	chemiluminiscence	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2016
NO_x (oxidy dusíku)	chemiluminiscence	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2016
PM_1 (jemné částice PM1)	optoelektronická metoda	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2016
$PM_{2,5}$ (jemné částice $PM_{2,5}$)	optoelektronická metoda	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2016
PM_{10} (částice PM_{10})	optoelektronická metoda	$\mu g \cdot m^{-3}$	01.01.2016
WV (rychlost větru)	ultrazvukový anemometr	m/s	01.01.2016
WD (směr větru)	ultrazvukový anemometr	deg	01.01.2016
p (atmosférický tlak)	měření atmosférického tlaku	hPa	01.01.2016

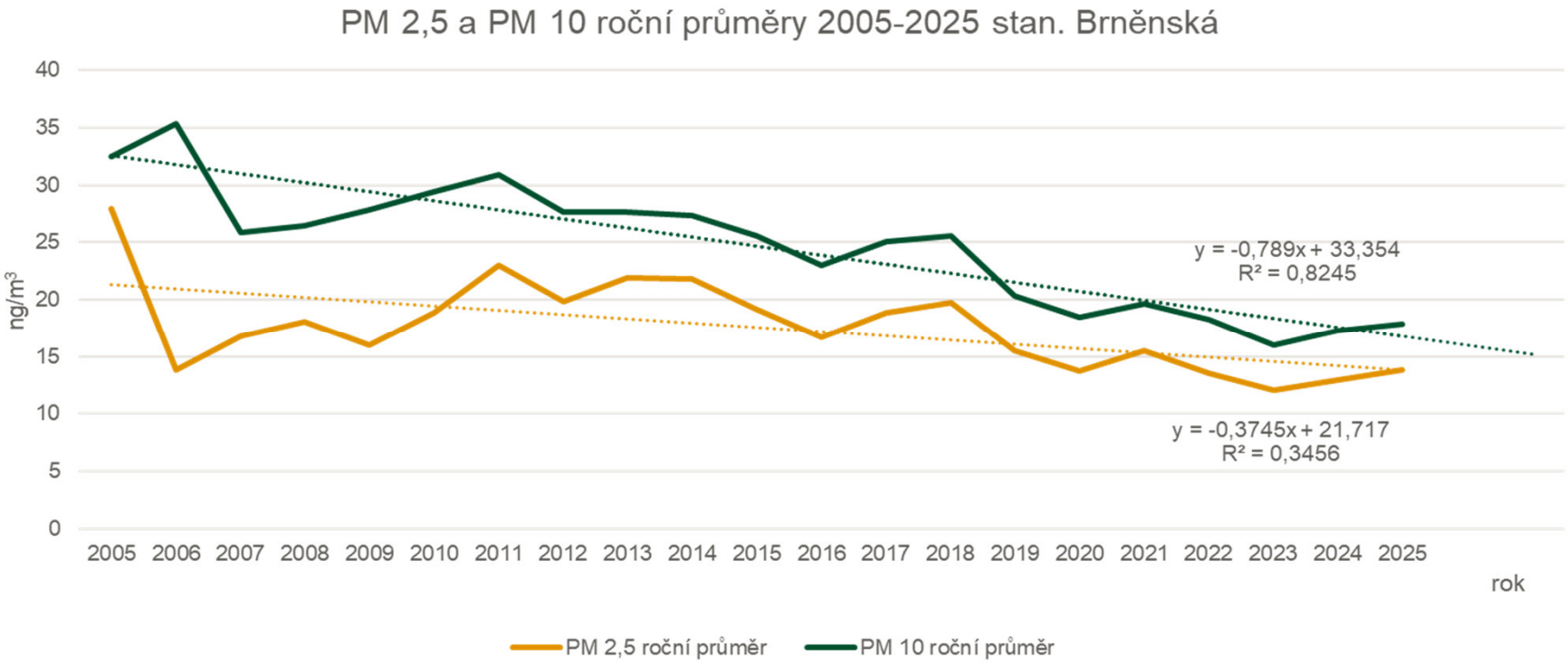
Český hydrometeorologický ústav

Hradec Králové



Kvalita ovzduší

V rámci vyhodnocení kvality ovzduší měřeného na třech stanicích HK, a to Brněnská, Sukovy sady a SNP bylo zjištěno, že koncentrace těžkých kovů a částic PM 10 a 2,5 vykazují snižující se hodnoty, jak dokládá průběh na stanici Brněnská.



Ovocné dřeviny v městském prostředí



Městské prostředí se od svého okolí liší tepelnými a radiačními poměry. Vyšší podíl nepropustných povrchů, zástavba a omezené zastoupení vegetace přispívají ke zvýšené tepelné zátěži a vzniku městského tepelného ostrova.



Jedním z adaptačních opatření je zvyšování zastoupení stromů, které mohou městské prostředí ochlazovat především stíněním a evapotranspirací.

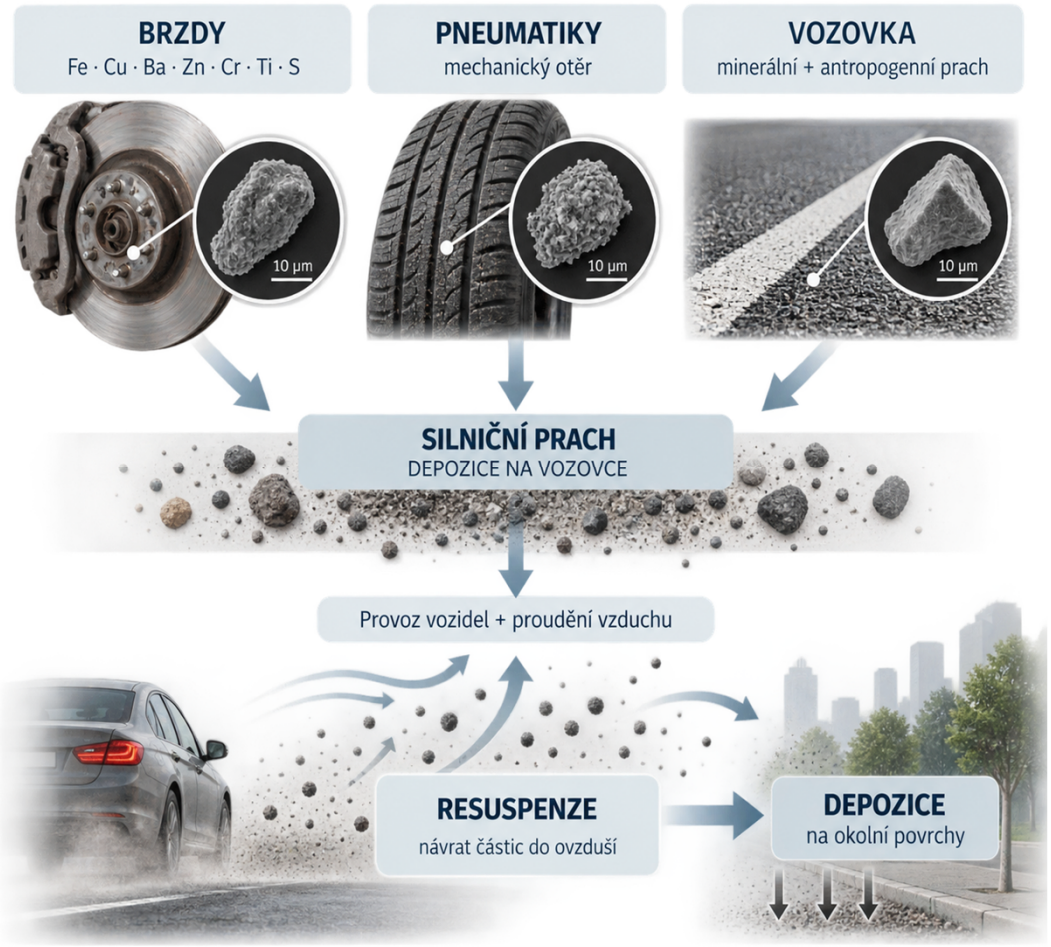


Vegetace však současně zachycuje částice z ovzduší. V blízkosti dopravních komunikací proto vzniká otázka, jaké částice se mohou ukládat také na povrchu ovoce pěstovaného ve městě.

Doprava jako zdroj částic v městském prostředí

Silniční doprava je zdrojem částic nejen ze spalovacích procesů, ale také z mechanického opotřebení brzd, pneumatik a povrchu vozovky.

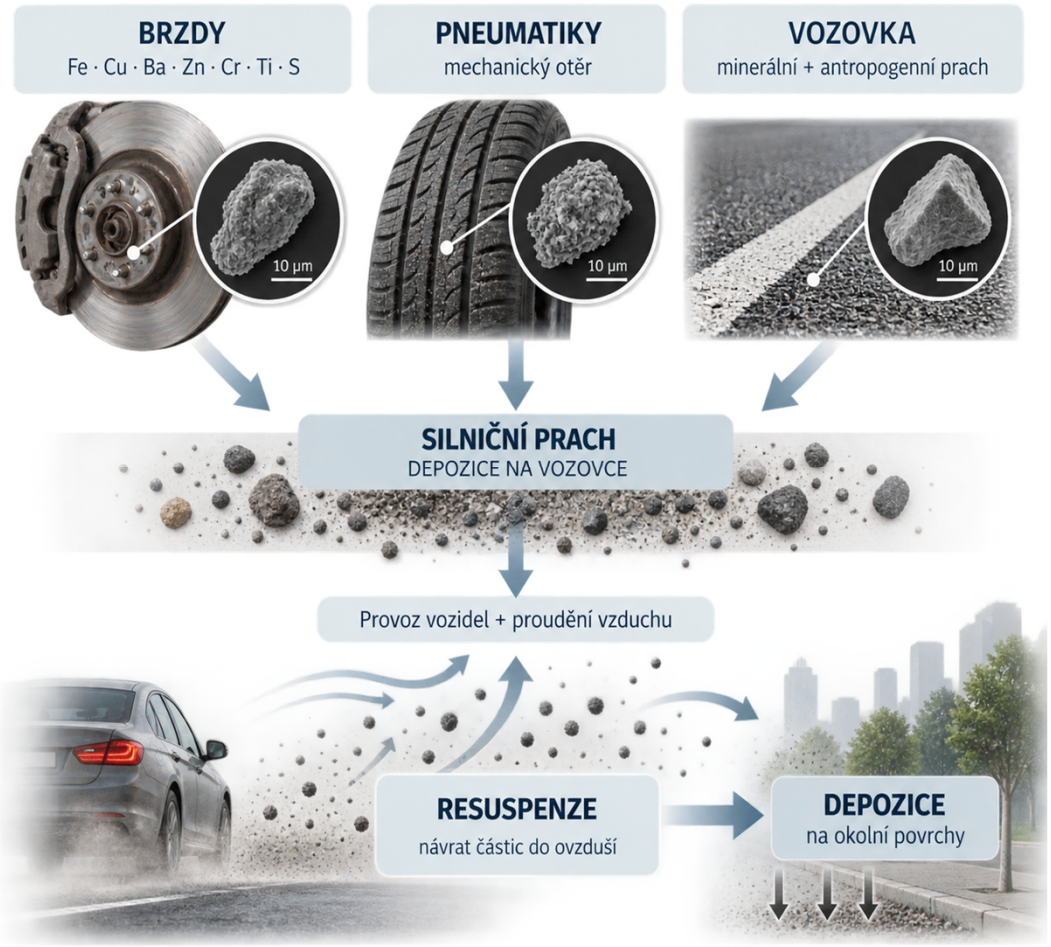
Složení těchto nevýfukových částic je velmi proměnlivé. V brzdovém otěru se často vyskytuje Fe společně s □u, Ba, Zn, □r, Ti, S a dalšími prvky.



Doprava jako zdroj částic v městském prostředí

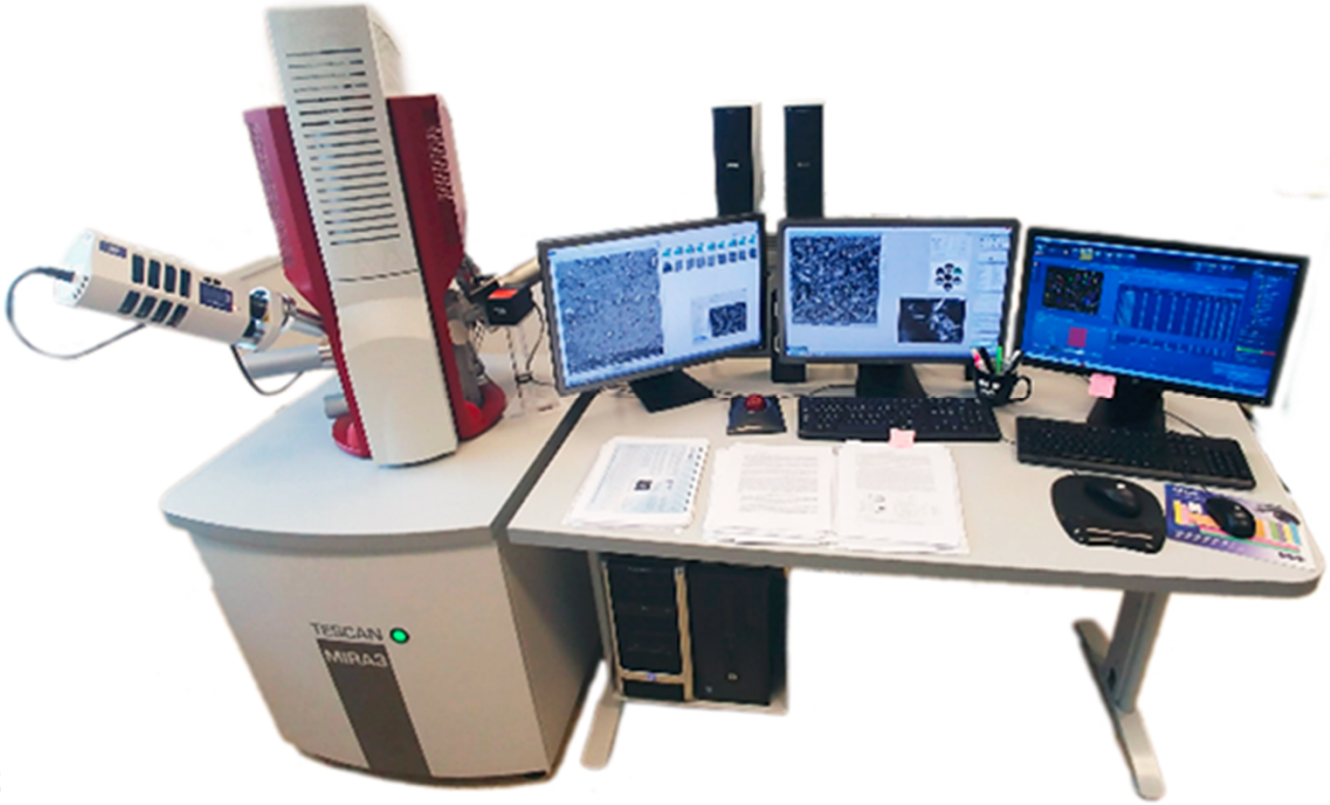
Částice deponované na vozovce mohou být provozem vozidel a prouděním vzduchu opakovaně resuspendovány.

V okolí komunikace se proto nachází směs nově emitovaných a již dříve deponovaných částic.



Skenovací elektronová mikroskopie – SEM/EDX

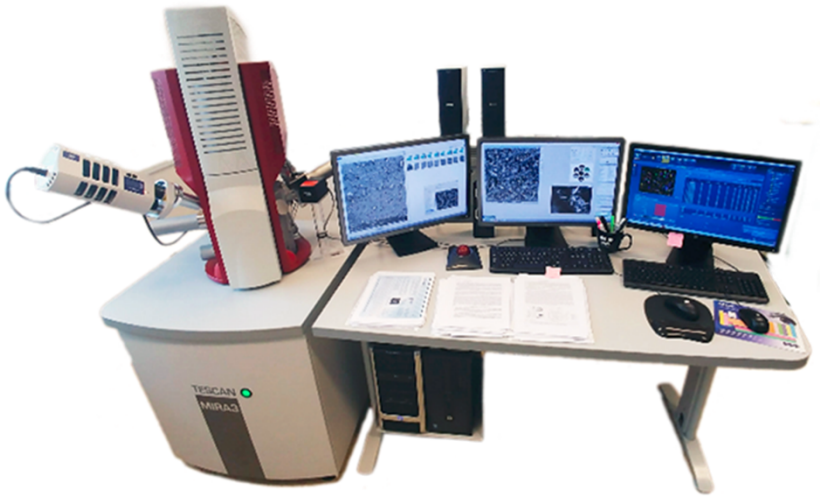
Pro charakterizaci částic byla použita skenovací elektronová mikroskopie (SEM) v kombinaci s energiově disperzní rentgenovou spektroskopií (EDX).



Skenovací elektronová mikroskopie – SEM/EDX

SEM umožňuje zobrazit povrch vzorku ve vysokém rozlišení a hodnotit velikost, tvar a morfologii jednotlivých částic.

EDX doplňuje mikroskopický obraz o informaci o prvkovém složení vybrané částice. Kombinací obou metod tak můžeme současně sledovat, jak částice vypadá a z jakých prvků je tvořena.



Odběr vzorků

Vzorky tvořily plody jabloně odebrané ze stromu v ulici Pilnáčkova v Hradci Králové, který roste v bezprostřední blízkosti frekventované komunikace.

Plody byly odebrány ze strany koruny přivrácené k vozovce a ze strany odvrácené od vozovky.



Odběr vzorků

Každý plod byl vzorkován nejprve v neomytém stavu a následně po opláchnutí pod tekoucí vodou (odpovídajícím běžnému omytí před konzumací) a oschnutí.



Příprava vzorků a SEM/EDX analýza

Při metodě otisku byly částice přenášeny na polykarbonátový filtr Isopore™ (Merck) valivým kontaktem plodu s filtrem. Při metodě otěru byl filtr upevněn na SEM terčík (stub) a opakovaně přejížděn po povrchu plodu. Celkem bylo připraveno osm preparátů.

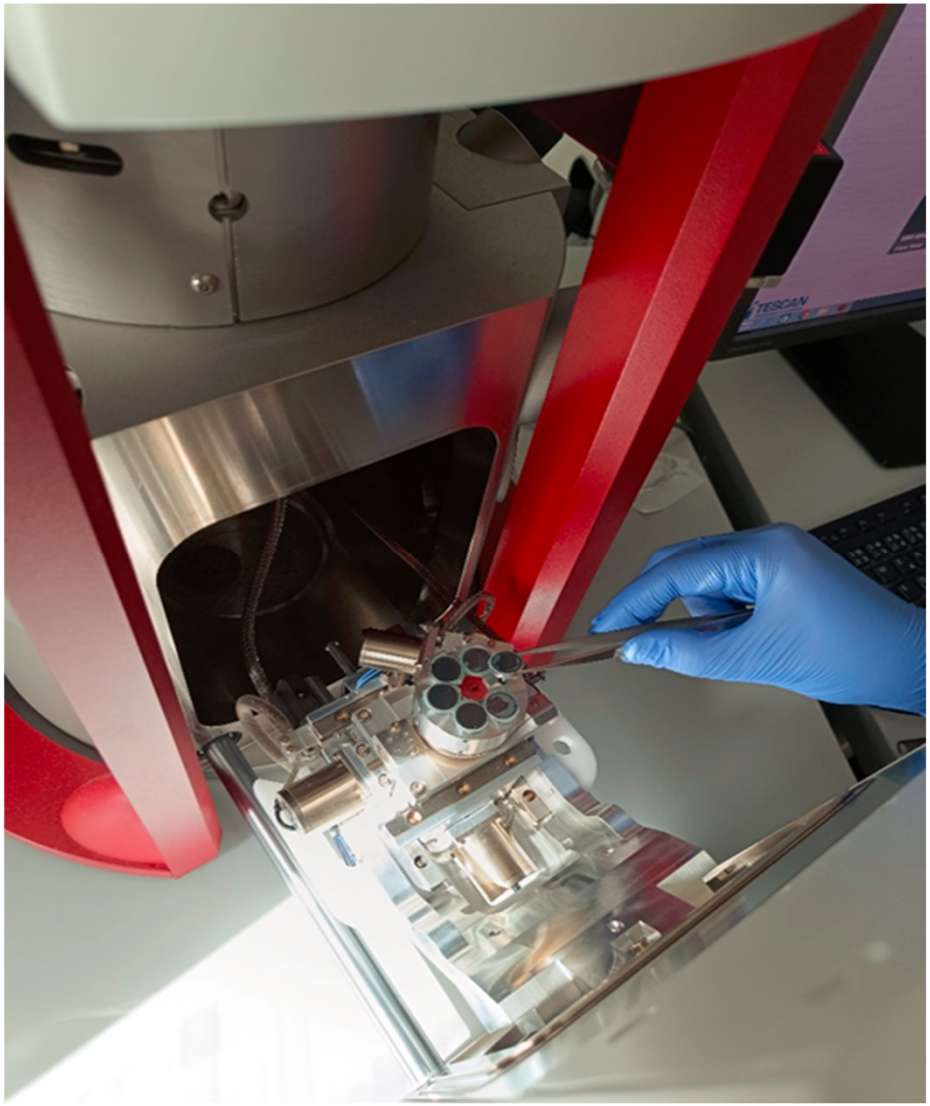


Příprava vzorků a SEM/EDX analýza navazovaly na dříve ověřenou metodiku. Z filtru byla vyříznuta plocha o průměru 12 mm, upevněna vodivou uhlíkovou páskou na terčík a pokovena nanovrstvou zlata.

Příprava vzorků a SEM/EDX analýza

Metoda otisku, vyhodnocená jako nejvhodnější, byla doplněna otěrem pro kvalitativní srovnání přenosu materiálu.

Vzorky byly analyzovány mikroskopem MIRA3 (TES□AN GROUP, a.s.) v režimech SE a BSE. Prvkové složení bylo stanoveno bodovou EDX analýzou v softwaru AZtec (Oxford Instruments).

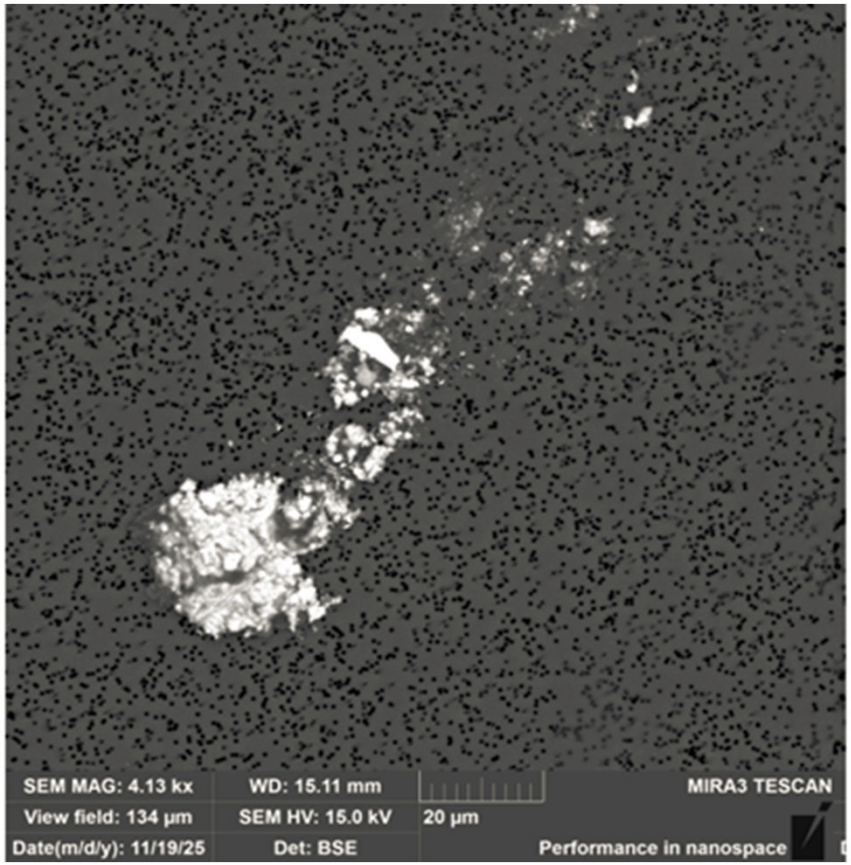


Co jsme na povrchu jablek našli?

Na povrchu všech plodů byl pozorován morfologicky i chemicky velmi různorodý soubor částic. Nálezy zahrnovaly minerální, biogenní, Fe-bohaté a další kovové částice, směsný městský prach, a-bohaté částice i útvary neobvyklé morfologie.

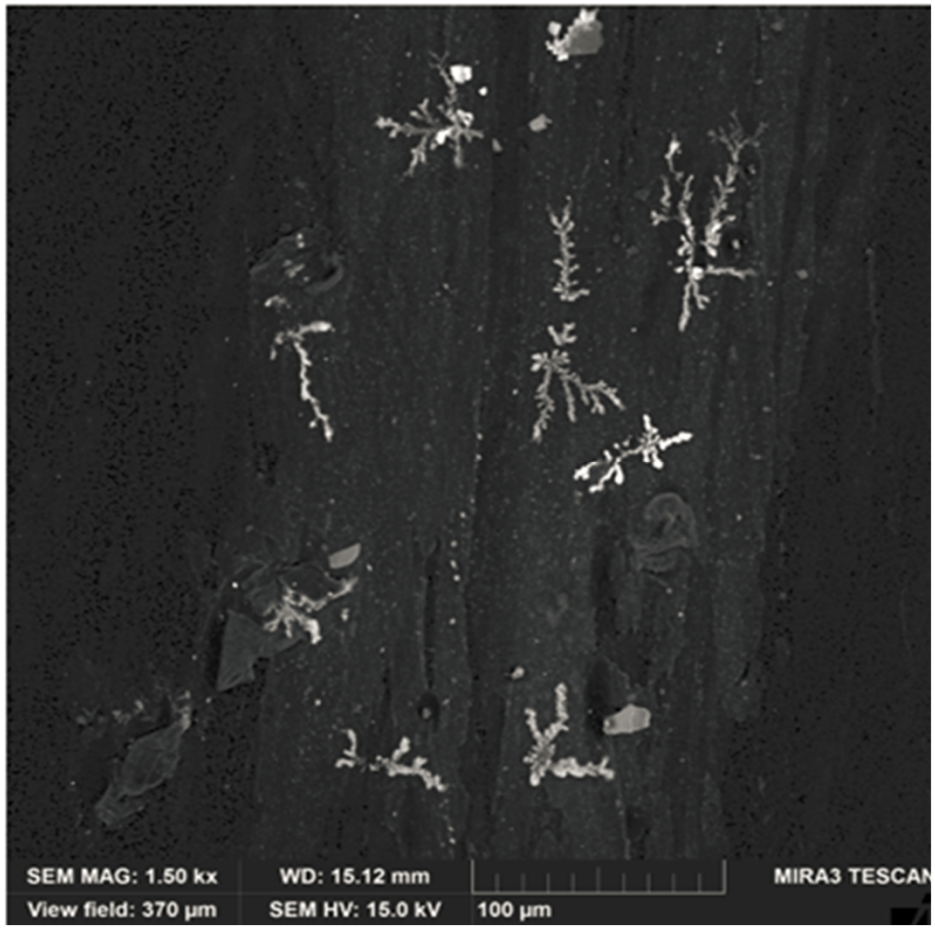


SMĚSNÉ / BIOGENNÍ

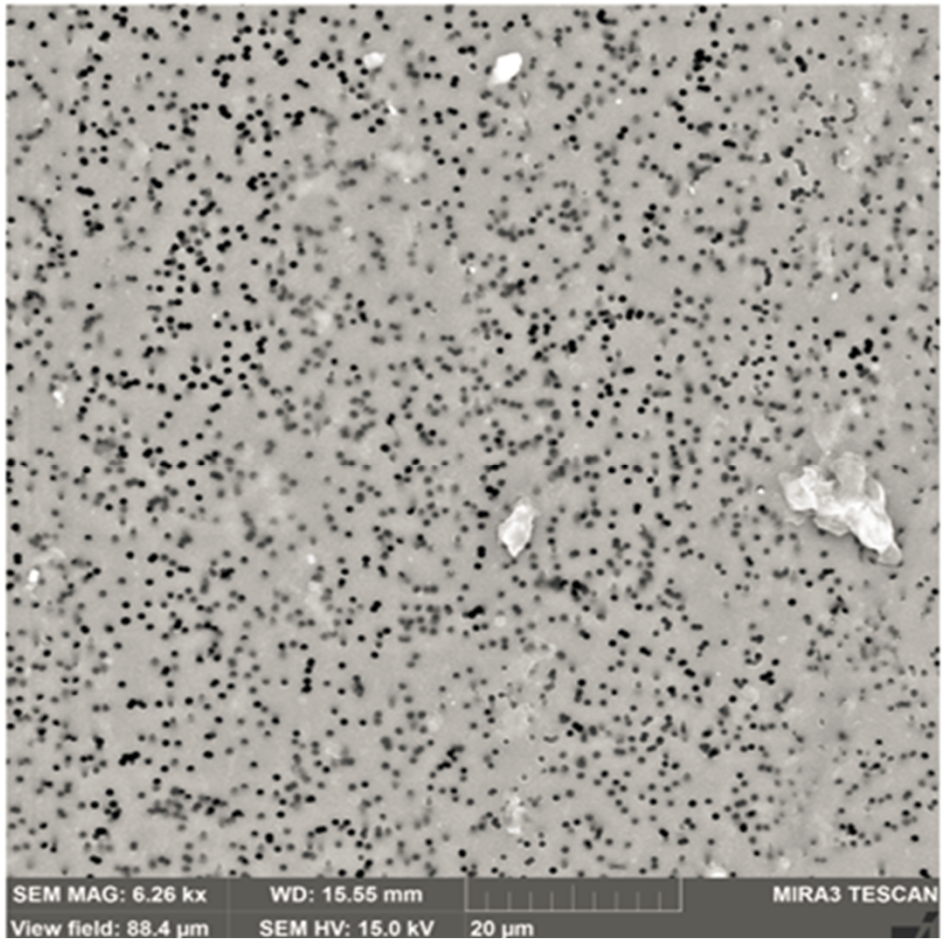


Fe / KOVOVÉ

Co jsme na povrchu jablek našli?

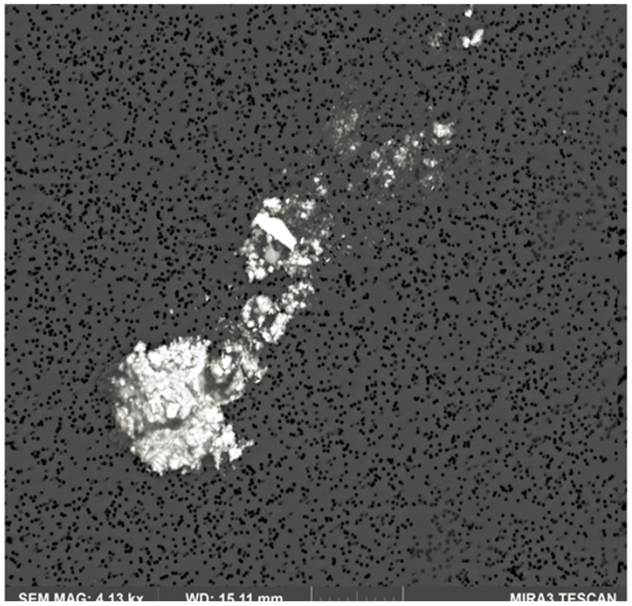


KRYSTALICKÉ



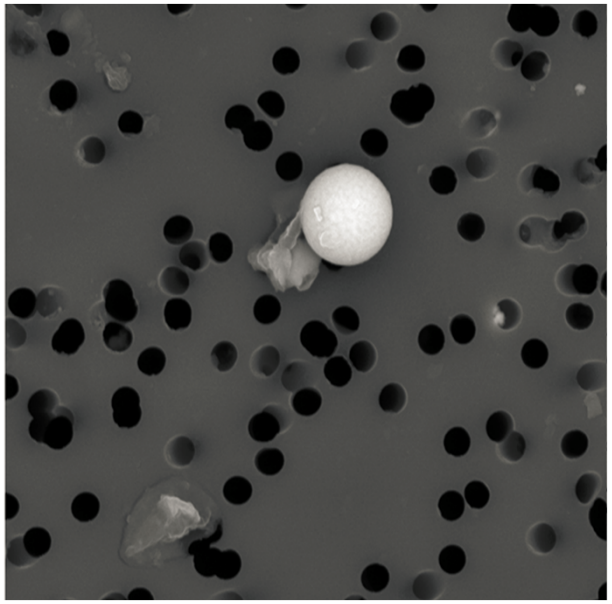
Ba / S

Částice potenciálně související s dopravními otěry



Fe/Cr

Prvkové složení je slučitelné s částicemi z brzdového otěru, není však pro tento zdroj specifické.



Sférická částice

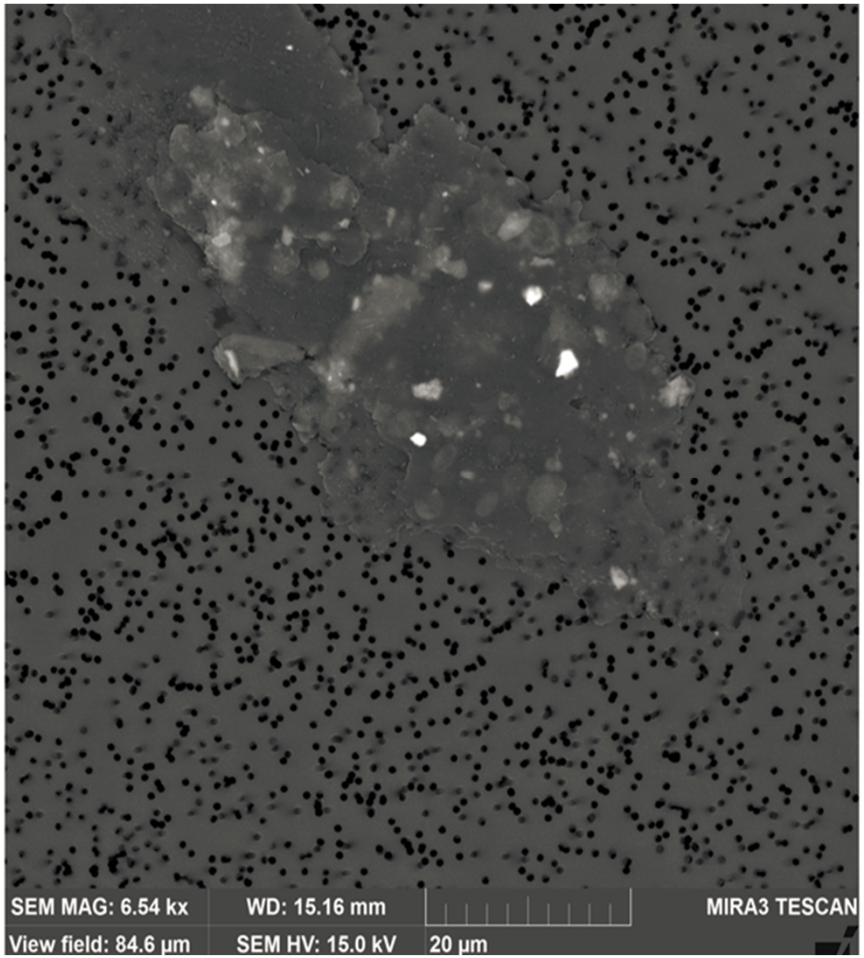
Sférická morfologie je typická pro částice vznikající při vysokých teplotách; konkrétní zdroj nelze pouze na základě morfologie určit.

Omytí plodů

Omytí bylo provedeno pod tekoucí vodou tak, aby odpovídalo běžnému spotřebitelskému omytí ovoce před konzumací. Nebylo koncipováno jako standardizovaný laboratorní experiment zaměřený na stanovení účinnosti odstranění částic.

Také po omytí byly na povrchu plodů nalezeny částice. V preparátech se opakovaně objevovaly plošné uhlíkaté útvary s převahou □ a O, ve kterých byly místy zachyceny anorganické částice.

Množství částic před a po omytí nebylo kvantifikováno, a proto z výsledků nelze určit účinnost omytí ani říci, o kolik se množství částic snížilo.



Silniční prach a možná role resuspenze

Na obou stranách koruny stromu byly nalezeny směsné částice kombinující minerální složku s lokálně zvýšeným obsahem Fe a dalších kovů.

Částice s morfologií a prvkovým složením slučitelným s dopravním prostředím byly zachyceny také na plodech z odvrácené strany koruny. Vzhledem k malému počtu vzorků však nelze hodnotit, zda se množství částic na obou stranách lišilo.

Provoz vozidel a turbulentní proudění již usazený silniční prach znovu uvádějí do ovzduší – dochází k resuspenzi. Naše nálezy jsou s tímto mechanismem slučitelné, samotnou resuspenzi však experiment přímo nekvantifikuje.

Závěr

Na povrchu jablek se nacházel morfologicky i chemicky velmi různorodý soubor částic.

Kombinace Fe–□r a zejména Ba–S byly slučitelné s částicemi popisovanými v souvislosti s dopravními a brzdovými otěry.

Obdobné typy částic byly nalezeny i na odvrácené straně koruny; možnou roli může mít turbulentní proudění a resuspenze.

SEM/EDX má značný potenciál pro charakterizaci částic na ovoci, pro spolehlivější určení zdrojů je však potřeba více vzorků a další analytické metody.

Děkujeme za

Vaši pozornost

Český
hydrometeorologický
ústav

www.chmi.cz