

ANALÝZA KOMPLEXNÍHO EFEKTU STROMŮ V ULIČNÍCH KAŇONECH S VYUŽITÍM NUMERICKÉHO MODELU S VYSOKÝM ROZLIŠENÍM

Jan Geletič, Michal Belda, Pavel Krč, Veronika Květoňová, Michal Lehnert, Tereza Pikousová, Jaroslav Resler, Hynek Řezníček, Ondřej Vlček

Praha, ulice Sokolská a Legerova – jedny z nejvíce dopravně zatížených ulic v centru hlavního města, kterými denně projede více než 65 000 automobilů. Hlavní město Praha zde s cílem vytvořit vlnidné a bezpečné prostředí pro místní obyvatele, návštěvníky a všechny účastníky silničního provozu – tedy chodce, cyklisty i motoristy – v následujících letech plánuje rozsáhlou revitalizaci. Klíčovým prvkem této revitalizace je obnovení stromořadí, tzv. „uličních stromů“. Přestože několik studií publikovaných v posledních letech zmiňuje jak pozitivní, tak negativní efekty stromů, tato problematika zůstává diskutována pouze okrajově. Obnova stromořadí, ačkoli je zamýšlena v pozitivním smyslu, může mít i značné negativní dopady. Pro posouzení potenciálního dopadu výsadby stromů na podmínky v rámci ulice lze použít nově vyvíjené a validované výsledky mikroklimatických modelů. Díky vysoké úrovni detailu mohou poskytnout nový pohled na procesy v uličním kaňonu a přinést novou perspektivu pro komplexní posouzení adaptačních opatření. Cílem článku je na příkladu reprezentativní, dopravně méně zatížené (14 500 automobilů/den) ulice Jugoslávských partyzánů a nedaleké ulice Terronská, jakožto praktického příkladu „ozeleněné ulice“ ve validované domněně v Praze-Dejvicích, popsat efekty, které mají uliční stromy – ve vegetačním období – na mikroklimatické podmínky i kvalitu ovzduší.

Klíčová slova: Praha, analýza, stromořadí, mikroklima, kvalita ovzduší

Úvod

V hustě zastavěných centrech měst představují stále vážnější hrozbu pro obyvatele zejména dva faktory: vysoké teploty a znečištění ovzduší. Klimatické projekce v šesté hodnotící zprávě (AR6) Mezivládního panelu pro změnu klimatu [IPCC, 2023] ukazují, že povětrnostní rizika, jako jsou vlny veder, budou v budoucnu intenzivnější, delší a častější. To nevyhnutelně povede k prohloubení problémů souvisejících s životním prostředím ve městech a lidským zdravím, zejména u zranitelných skupin populace. Stejně důležitým problémem je znečištění ovzduší, zejména vysoké koncentrace suspendovaných částic (PM, z angl. particulate matter). Podle [WMO, 2021] může vystavení vysokým koncentracím PM vést ke zvýšenému riziku respiračních infekcí a zhoršení již existujících respiračních nebo kardiovaskulárních onemocnění. V důsledku klimatické změny je rostoucí teplota vzduchu v urbanizovaných oblastech dále zvýšena vlivem městského tepelného ostrova (UHI, z angl. Urban Heat Island). Vysoké teploty společně se zhoršenou kvalitou ovzduší jsou chápány jako dominantní

problémy, které v současné době trápí velká města [Baklanov et al., 2016]. Kombinace špatné kvality ovzduší a zvýšeného stresu z tepla může navíc zvýšit rizika pro veřejné zdraví, zejména u zranitelných skupin obyvatelstva [Vicedo-Cabrera et al., 2018; WMO, 2021; Urban et al., 2022]. Proto je nezbytné komplexní řešení těchto problémů vycházející z pochopení všech jejich interakcí a důsledků. Nejnovější práce, např. [Ng & Ren, 2015; Oke et al., 2017; Baklanov et al., 2020; Grimmond et al., 2020; Masson et al., 2020; Esau et al., 2024], stejně jako [Baklanov et al., 2018] zdůrazňují potřebu vypracovat strategie urbanistického plánování zahrnující nejen problematiku znečištění ovzduší, ale i tepelného komfortu, včetně souvisejících zdravotních rizik. Ústředním bodem každé z navrhovaných strategií by mělo být zlepšení kvality života a zdraví obyvatel zmírněním environmentálních stresorů (tj. tepelného stresu a znečištění ovzduší).

Jednou ze strategií, kterou [Taleghani, 2018] označil jako nejpoužívanější pro zmírnění účinků stresu z tepla, je městská zeleň, zejména výsadba stromů. Značné množství studií pojednává

o stromech ve městě pouze obecně, nerozlišují mezi stromy v zahradách, parcích nebo v ulicích. Tzv. „uliční“ stromy stíní povrchy ulic a fasády budov, čímž přímo snižují množství dopadajícího krátkovlnného záření. To vede k přímému snížení tepelné expozice chodců, případně obyvatel. Díky nižšímu množství krátkovlnného záření přijímaného městskými povrchy je pod stromy zároveň nižší emise dlouhovlnného záření [Chen et al., 2023], což dále nepřímo snižuje tepelnou expozici obyvatel. Stromy v ulicích jsou tak obyvateli vnímány pozitivně a jako nejlepší mitigační opatření vůči horku [Fernandes et al., 2019; Lehnert et al., 2023; Květoňová et al., 2025]. Často má výsadba stromů i sekundární dopady; mohou tvořit přírodní hlukovou bariéru nebo plnit kulturní (památkově chráněné nebo unikátní stromy), estetické nebo psychologické funkce. I když stromy mohou zmírnit nepříznivé účinky energetických veličin, např. povrchové teploty nebo střední radiační teploty, a výrazně přispět k pozitivnějšímu vnímání tepelného prostředí. Jejich přítomnost v zastavěných oblastech může mít také nezamýšlené nebo dokonce negativní účinky (např. zvýšené

riziko alergií a interakce se znečištěním ovzduší: [Nowak, 2023]). Stromy v ulicích rovněž mění proudění vzduchu, zejména pak v tzv. uličních kařonech (pojmem uliční kařon je myřlena ulice, která je typicky po obou stranách ohraničena bloky budov). Koruny a větve stromů vytvářejí vegetační bariéry, které obvykle snižují provětrávání ulic [Karttunen et al., 2020]. Tento efekt brání odstraňování znečiřřujících látek prouděním vzduchu, čímž dochází ke zvyšování koncentrace PM (např. [Belda et al., 2021; Geletič et al., 2022b]).

Nejednoznačnost efektu uličních stromů je možné studovat pomocí numerických modelovacích nástrojů, které mohou poskytnout cenný zdroj informací pro pochopení větřiny energetických bilancí a procesů proudění vzduchu uvnitř uličních kařonů tím, že poskytují vysoce přesné výsledky (a jejich interpretace odborníky může poskytnout i kvalifikovaný odhad nejistot takových výsledků). Pokud jsou modely dobře validovány oproti pozorováním [Hamdi et al., 2020; Resler et al., 2021] a jsou opatřeny přesnými vstupními daty s vysokým rozliřením [Masson et al., 2020; Resler et al., 2017, 2021], výsledky mohou být velmi detailní, komplexní a spolehlivé. Přestože mnoho studií v posledních letech zkoumalo vlivy uličních stromů, obvykle se zaměřují vždy jen na jednu část problematiky – buď vlivu na teplotu vzduchu, popř. tepelnou expozici a celkový tepelný komfort, nebo na dopad na kvalitu ovzduřší v oblasti. Pouze několik studií se zabývalo oběma problémy současně: [Russo et al., 2016] se zabývali rozsáhlejšími efekty zahrnujícími celoroční změny teploty vzduchu a znečiřřění ovzduřší v celoměstském měřřtku (tzv. local-scale). Dospěli k závěru, že dlouhodobě stromy v ulicích snižují koncentrace PM prostřednictvím depozice na listech. Je nutné zmínit, že měřřtko na úrovni města není schopné detailně popsat jednotlivé stromy ani specifika jednotlivých ulic. Pokud chceme studovat časoprostorové rozliření uvnitř jednotlivých ulic, potřebujeme mikroměřřtkové simulace. [Belda et al., 2021] prezentovali protichůdné účinky stromů: sice zlepřují tepelnou expozici a tepelný komfort (dochází např. ke snížení univerzálního tepelně-klimatického indexu, UTCI – Universal Thermal

Climate Index), ale zhorřují koncentrace PM₁₀ a PM_{2,5} (PM s velikostí částic do daného průměru v μm) v důsledku potlačeného provětrávání a omezení turbulentního proudění. Autoři studie navíc zdůraznili časoprostorovou variabilitu koncentrace PM₁₀ v simulovaných uličních kařonech, což odpovídá dřívějším zjiřřením [Buccolieri et al., 2018]. Podobná zjiřřění byla následně pozorována i v několika dalších studiích založených na základě měření [Yilmaz et al., 2022; Dobek et al., 2023]. Studie [Picone et al., 2024] poukázala na fakt, že vliv stromů závisí na poměru výřky a řřírky ulice.

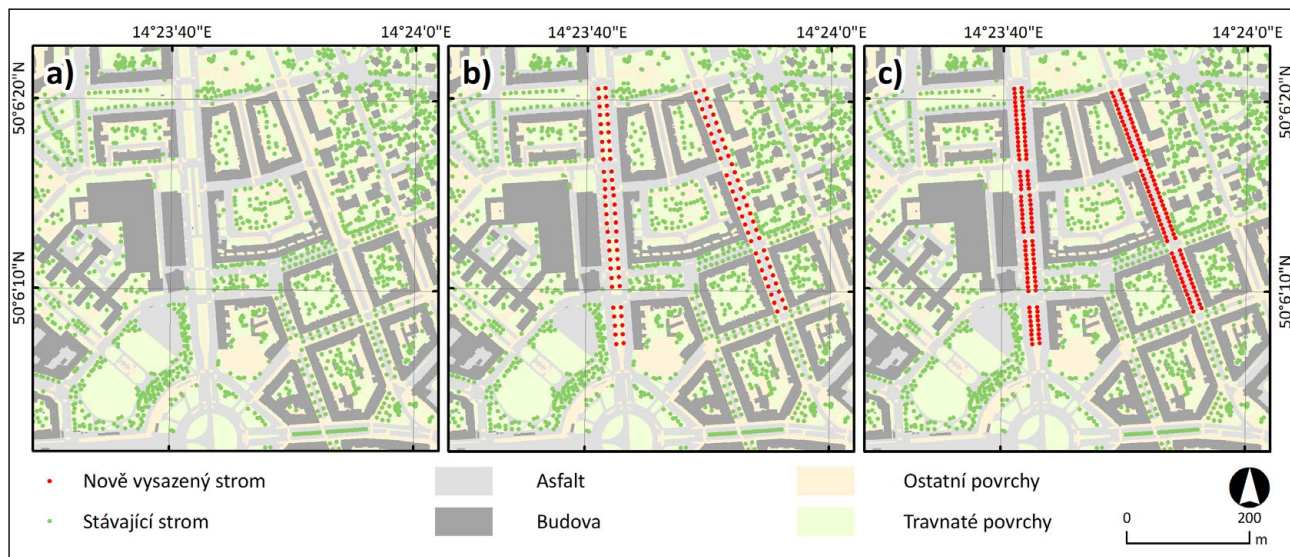
V rámci této studie jsme využili dřívě validovaný model PALM pro oblast v Praze-Dejvicích, zároveň navazujeme na výsledky měření kvality ovzduřší v terénu publikované v práci [Resler et al., 2021]. Vysvětlením vlivu uličních stromů na proudění vzduchu v komplexním městském prostředí rozřřujeme studii zaměřené především na tepelný komfort [Geletič et al., 2022a, 2022b, 2023]. Celkem bylo provedeno 18 různých simulací pro různé směry větru, atmosférické stratifikace a konfigurace stromů v ulici. Numerické experimenty byly navřřeny tak, aby (i) porovnal vliv různých konfigurací stromů ve dvou odlišných ulicích (řřiroká a úzké) na UTCI a koncentraci PM₁₀ na úrovni chodců, (ii) analyzovaly potenciální vlivy tří různých směrů větru, (iii) vysvětlily vlivy stromů na proudění vzduchu a vorticitu/vřřivost a (iv) doplnily současné poznání o komplexitě městského prostředí pro účely městského plánování.

Metodika

Modelová doména studie se nachází v Praze-Dejvicích, tematicky navazuje na studii [Geletič et al., 2022b] a podrobně vysvětluje roli stromů v uličním kařonech. Podstatné části studované oblasti představují historické obytné oblasti s kombinací staré a nové zástavby a řřadou dalších městských prvků, jako jsou zahrady, parky a parkoviřřtě. Výřka budov podél dvou hlavních ulic se pohybuje přibližně od 20 do 30 m. Ulice Jugoslávských partyzánů (JugP) je orientována severojiřřním směrem, je řřiroká přibližně 40 m se zeleným tram-

vajovým pásem uprostřed. Poměr výřky vůči řřírce uličního kařonu se pohybuje od 0,50 do 0,75, vyšřřích hodnot dosahuje v jiřřní části ulice, v okolí budovy CIIRC. Ulice Terronská (Terr) je orientována přibližně severozápadně-jihovýchodním směrem. Jedná se o typickou úzkou ulici v rezidenční zástavbě, řřirokou asi 20 m. Poměr výřky vůči řřírce se blíží hodnotě 1,0. Pro účely studie byly zvažovány tři scénářře. První scénářř, dále označovaný jako „bez stromů“, simuloval situaci, kdy byly všechny stromy na hlavních ulicích (JugP a Terr) „vykáčeny“ (stromy mimo tyto ulice zůstaly na svých místech). V dalších dvou scénářřích byly v obou ulicích vysazeny dvě řřady stromů se dvěma různými rozestupy, viz obr. 1. V rámci scénářřů výřsadby bylo do obou ulic přidáno celkem 206 (scénářř „hustá výřsadba“) a 109 (scénářř „řřídká výřsadba“) vzrostlých listnatých stromů. Vřřechny stromy byly identické: taxon *Platanus x hispanica*, výřka 15 m (kmen je vysoký 5 m a řřiroký 0,5 m, koruna je řřiroká 10 m) s kruhovým tvarem a homogenní hustotou olistění. Vřřechny stromy byly v rámci studie považovány za zdravé a zároveň měly dostatek dostupné vláhy pro optimální evaporaci a transpiraci.

Základem numerických simulací v této studii je mikroměřřtkový model PALM [Maronga et al., 2020] založený na principu LES (simulace velkých vířřů; z angl. Large-Eddy Simulation). Modely typu LES vyžadují jemnou mřřžku a relativně krátký časový krok výpočtu, z čehož plyne vysoká náročnost na výpočetní výkon. Simulace obvykle probíhají na superpočítačích nebo rozsáhlejších výpočetních clusterech schopných zpracovat rozsáhlé úlohy vyžadující stovky nebo tisíce procesorů. Šřříření znečiřřění ovzduřší je zásadním způsobem závislé na proudění vzduchu, které je ve městech do značné míry ovlivněno energetickými procesy, jež se odehrávají v městské mezní vrstvě atmosféry a které by měl být schopen mikroklimatický model přesně simulovat. Jedná se zejména o interakce krátkovlnného a dlouhovlnného zářření s povrchy ulic, se stěnami domů nebo se stromy. Nerovnoměrná akumulace a uvolňování zářření tvoří komplexní, časově proměnlivou energetickou bilanci povrchů [Křřč et al., 2021].



Obr. 1: Zjednodušené uspořádání vnitřní domény se třemi různými scénáři stromů v ulicích: (a) bez stromů, (b) řídká výsadba a (c) hustá výsadba. Červené body označují polohu kmene nově vysazených stromů, zelené body jsou stávající stromy a keře

Tepelný komfort byl kvantifikován pomocí indexu UTCI, který je v případě modelu PALM součástí biometeorologického modulu (BIO; [Fröhlich & Matzarakis, 2020]). UTCI v modulu BIO popisuje synergickou výměnu tepla mezi tepelným prostředím a lidským tělem, konkrétně jeho energetickou bilanci, fyziologii a vliv oblečení. Pro popis jaké tepelné expozici je lidské tělo vystaveno, jsou zapotřebí meteorologické proměnné; konkrétně se jedná o teplotu vzduchu, relativní vlhkost, rychlost větru a záření vyjádřené pomocí MRT (střední radiační teploty, z angl. Mean Radiant Temperature).

Pro účely simulace znečištění bylo použito PM_{10} jako pasivní kontaminant (tracer), jehož simulace v PALMu zajišťuje chemický transportní model (CTM; [Khan et al., 2021]). Důvodem zjednodušení bylo, že PM_{10} neprochází významnými změnami během typických transportních dob skrz doménu použitou v tomto experimentu (na rozdíl od látek NO a NO_2 , které souvisejí s ozonovou chemií). Tento design experimentu nám umožňuje soustředit se na provětrávání uličního kaňonu za různých stratifikací (teplotního zvrstvení atmosféry).

Bylo vynaloženo zvláště velké úsilí, aby se vstupní podmínky modelu co nejvíce blížily reálným podmínkám, zejména v případě meteorologie a radiace. Extrémní situace, jako jsou vlny veder a epizody zhoršené kvality ovzduší,

byly vybrány s ohledem na důkladné prozkoumání vlivů stromů v těchto situacích. Konkrétní dny byly vybrány tak, aby reprezentovaly tři různé scénáře stratifikace atmosféry. První den, 19. července 2021, se vyznačoval jasnou oblohou s intenzivním slunečním zářením, které vedlo k nestabilní (konvektivní) stratifikaci atmosféry, typické pro vlny veder. Druhý den, 19. října 2021, nebyl zcela bez mraků; dopoledne a kolem poledne byly pozorovány vysoké oblaky (cirrus a altostratus), které se však brzy odpoledne rozplynuly. Ráno před východem slunce se vyznačovalo stabilní stratifikací, zatímco odpoledne převládala neutrální stratifikace, což z říjnového dne činí zdroj pro dva odlišné scénáře stratifikace.

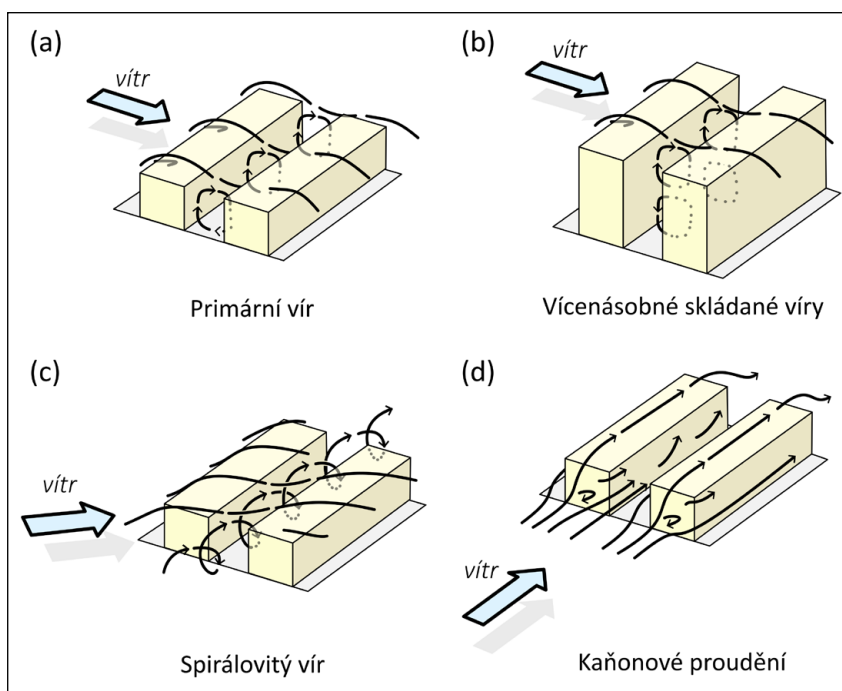
Podobně jako ve validační studii [Resler et al., 2021] byl PALM konfigurován ve dvou vnořených doménách pro korektní simulaci všech procesů v rámci směšovací vrstvy. Technický popis experimentu, včetně detailního nastavení konfigurace, je dostupný v práci [Řezníček et al., 2025]. Každá simulace začala 24hodinovým spin-upem, kdy byla dynamická část modelu vypnuta a byly použity pouze moduly související s energetickou bilancí. Poté byla spuštěna simulace s plnou dynamikou o minimální délce 26 hodin. Prvních šest hodin simulace bylo považováno za inicializační fázi, a tedy vyloučeno z vyhodnocení. Tím je zajištěna eliminace potenciálních chyb způsobených

přechodovou fází mezi spin-upem a plným během modelu.

Výsledky

Detailní rozbor efektu uličních stromů na radiačně-energetické proměnné, jako jsou povrchová teplota, teplota vzduchu nebo pocitová teplota, je popsán v článku [Geletič et al., 2022b]. V následujícím textu se budeme primárně zabývat vlivem stromů na dynamiku proudění, vliv na pocitovou teplotu bude zmíněn v závěru kapitoly.

Dynamika proudění v uličním kaňonu je významným způsobem utvářena převládajícím směrem větru a drsností povrchu. Problematiku proudění uvedeme pomocí zjednodušeného uličního kaňonu. Při směru proudění kolmém na osu kaňonu (viz obr. 2a) obvykle vzniká tzv. primární vír. V letním období se u oslněných stěn povrch ulice a zdi přehřívá a tento teplý vzduch začne stoupat vzhůru. Na zastíněné straně ulice naopak dochází k sestupnému pohybu chladnějšího vzduchu, a tím k tvorbě víru v ulici. Pokud nad úrovní střech fouká silnější vítr, zásadně ovlivní tvorbu víru uvnitř uličního kaňonu. Vítr nad úrovní střech a primární vír se mohou vzájemně posilovat, nebo zeslabovat (záleží na směru proudění). V případě hlubších uličních kaňonů, kdy je poměr výšky vůči šířce uličního kaňonu vyšší než 1, může vzniknout více vírů; jed-



Obr. 2: Schémata základních typů proudění v uličním kaňonu: a) primární vír, b) vícenásobné skládané víry, c) spirálovitý vír a d) kaňonové proudění, upraveno podle [Oke, 2017]

ná se o tzv. vícenásobné skládané víry (obr. 2b). V případě proudění šikmé vůči ose ulice vzniká tzn. spirálovitý vír (obr. 2c) a pokud je proudění ve směru osy ulice, jedná se o kaňonové proudění (obr. 2d).

Všechny víry vzniklé uvnitř kaňonu jsou výrazně ovlivněny přítomností stromů nebo vlastnostmi fasád. Výsledný vír nemusí být jen jeden, případně může být ovlivněn jinými ulicemi. Vzniklé víry přitom hrají klíčovou roli při transportu

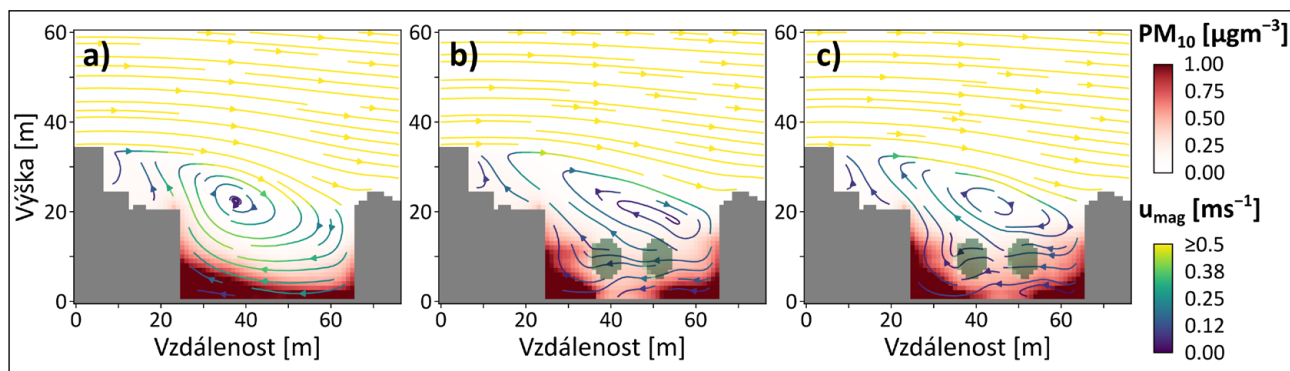
oxidů dusíku (NO , NO_2) a suspendovaných částic ($\text{PM}_{2.5}$ a PM_{10}), zejména z intenzivní dopravy. Pokud vír v ulici funguje „správně“, pomáhá zlepšovat kvalitu ovzduší; přenáší totiž znečišťující látky ven z uličního kaňonu nad střechy domů. Stromy svými korunami proudění zpomalují. Zachycují sice část znečištění na svých listech, díky tzv. suché depozici, vedle toho ale kvůli zpomalení proudění (a modifikaci vírů v ulici) přispívají k akumulaci dopravních emisí v uličním kaňonu. Důležitou roli zde hrají i vlastnosti kaňonu, zejména jeho poměr šířky vůči výšce budovy. Jsou-li stromy blízko u sebe, jejich koruna vytvoří „zelenou pokličku“, což vede k významnému zvýšení koncentrací znečišťujících látek. Situace uvnitř hlubokého kaňonu (poměr vyšší než 1,0) bude daleko horší než v případě kaňonu s poměrem 0,5. Zároveň se budou podmínky lišit v čase, prostoru a ročním období.

Efekt uličních stromů během obou vybraných epizod (letní období: 19. července 2021, podzimní období: 19. října 2021) je shrnutý v tab. 1. Pro letní období jsou typické dvě stratifikace atmosféry, které mají výrazný vliv na koncentrace znečišťujících látek; konvektivní, která je nejsilnější během odpoledne, a reziduální, která typicky nastává po západu slunce. Vyšší koncentrace v Terr jsou zapříčiněny tím, že JugP je výrazně širší ulice než Terr; mezi stěnami domů a stromy jsou dostatečně velké mezery a dochází aspoň k částečnému vyvětrávání. Zároveň je konvektivní zvrstvení optimální podmínkou pro „vymývání“ znečištění z ulice. Zároveň má ulice Terr výrazně vyšší poměr šířky k výšce, takže mezi stromy a stěnami budov není dostatek místa. Stromy zde ulici prakticky „ucpou“ a efektivní vyvětrávání je významně utlumeno. Po západu slunce v ulici doznívají zbytky konvektivního proudění a začíná sesedání suspendovaných částic. Reziduální zvrstvení je přechod mezi konvektivním a stabilním zvrstvením, takže efektu vyvětrávání příliš nepomůže (obr. 3).

Nejzajímavější výsledky byly zjištěny na podzim (19. října 2021), během neutrálního zvrstvení. V JugP došlo k relativně nízkým nárůstům koncentrací; v odpoledních hodinách (16–17 h) byl nárůst přibližně stejný pro všechny scénáře, a to o 20 %. Po západu slunce se

Stratifikace a čas	Směr větru	Sezóna	JugP (řídká) [%]	JugP (hustá) [%]	Terr (řídká) [%]	Terr (hustá) [%]
Konvektivní (17–18 h)	Z	L	17	8	28	21
Konvektivní (17–18 h)	JZ	L	26	11	39	22
Konvektivní (17–18 h)	J	L	16	8	33	30
Reziduální (21–22 h)	Z	L	24	26	38	25
Reziduální (21–22 h)	JZ	L	74	49	96	81
Reziduální (21–22 h)	J	L	11	10	40	29
Neutrální (16–17 h)	Z	P	21	21	117	53
Neutrální (16–17 h)	JZ	P	16	16	82	37
Neutrální (16–17 h)	J	P	19	26	80	59
Neutrální (18–19 h)	Z	P	-6	0	40	14
Neutrální (18–19 h)	JZ	P	7	7	64	43
Neutrální (18–19 h)	J	P	4	2	45	36
Stabilní (07–08 h)	Z	P	-16	-13	26	24
Stabilní (07–08 h)	JZ	P	-14	-5	40	26
Stabilní (07–08 h)	J	P	-2	0	17	20

Tab. 1: Relativní rozdíly v koncentraci znečišťujících látek PM_{10} ve výšce 2 m nad povrchem mezi dvěma scénáři výsadby a scénářem bez stromů. Vyhodnocení bylo provedeno s ohledem na různé směry proudění a stratifikace atmosféry. Konvektivní a reziduální zvrstvení bylo simulováno dne 19. června 2021 (L), stabilní a dvě neutrální stratifikace dne 19. října 2021 (P)



Obr. 3: Koncentrace PM_{10} a proudnice ovlivněné uličními stromy v příčném řezu ulicí Jugoslávských partyzánů během západního proudění; scénář (a) bez stromů, (b) s „řidkou výsadbou“ a (c) „hustou výsadbou“. Zobrazeny jsou hodinové průměry veličin v období reziduálního zvrstvení (21–22 h) dne 19. července 2021

nárůst snížil na nízké jednotky procent při všech směrech větru. Odpoledne se v ulici Terr při západním proudění (obr. 4) a „řidké výsadbě“ zvýší koncentrace PM_{10} o 53 %, v případě „husté výsadbby“ dokonce až o 117 % (tab. 1). V případě jihovýchodního proudění se koncentrace zvýší o 37 %, respektive 82 %. Jižní proudění zvýší koncentrace o 59 %, respektive o 80 %. Ve večerních hodinách (18–19 h) jsou nárůsty koncentrací nižší; 14 a 40 % při západním proudění, 43 a 64 % při jihozápadním, 36 a 45 % při jižním proudění.

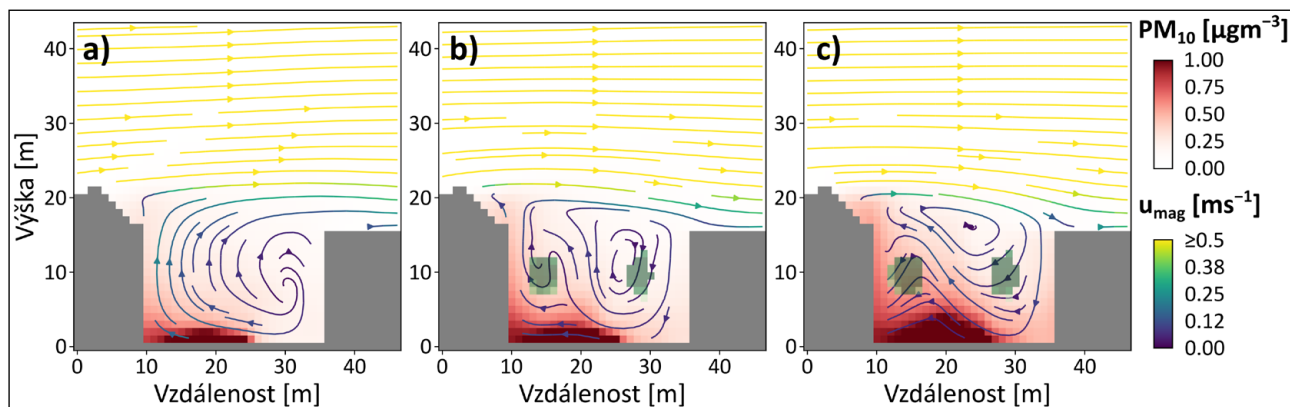
Nad přímo osluněnými chodníky dosahují v našich simulacích hodnoty tepelné expozice v létě UTCI 40 °C (velmi vysoká tepelná zátěž). Maximální hodnoty v blízkosti fasád budov stoupají až k 45 °C, což představuje horní maximum intervalu velmi silného stresu z tepla (rozsah UTCI 38–46 °C). Maximum je typické pro dobu, kdy končí přímé ozáření povrchu ulice (v létě obvykle mezi 17. a 18. hodinou, tj. během

konvektivního zvrstvení). Uliční stromy ve scénáři „husté výsadbby“ významně snižují UTCI v době přímého ozáření, ale pouze v blízkosti stromů. UTCI ve stínu stromů může být až o 13 °C nižší ve srovnání s osluněnými oblastmi (o 12 °C nižší v užší ulici Terr). Mitigační účinek stromů je způsoben především stíněním. V případě „husté výsadbby“ koruny stromů snižují příchozí krátkovlnné záření na povrch ulice přibližně o 44,4 % v JugP a o 55,5 % v Terr. Nižší množství krátkovlnného záření má za důsledek snížení množství dlouhovlnného záření o přibližně 5,3 % v JugP a 4,1 % v Terr. Tyto rozdíly přímo ovlivňují MRT, což následně vede ke snížení UTCI. Průměrné denní hodnoty UTCI se v obou ulicích snížily v průměru o 3,0 °C. Maximální hodnoty UTCI mezi 17 a 18 h, 34 °C, stromy snížily o 0,5 °C v Terr a o 0,2 °C v JugP. Změny energetické bilance jen mírně ovlivňují teplotu vzduchu ve 2 m.

Během západu slunce (21–22 h, tj. reziduální zvrstvení) jsou hodnoty UTCI

stále vysoké; pohybují se mezi 28–29 °C (mírný stres z tepla). Tyto hodnoty omezují schopnost lidského těla se ochladit a zvyšují stres způsobený tepelným diskomfortem. Je zajímavé, že vyšších hodnot UTCI, tedy nižších diferencí (viz tab. 2), je dosaženo v užší ulici Terr, i když má významně více stromů než JugP. Mírný chladicí účinek stromů přetrvává po celý večer, přičemž díky zakrytí větší plochy povrchu korunami je výraznější u Terr než u JugP. Na druhou stranu, koruny stromů představují bariéru pro efektivní radiační ochlazování povrchů ulic během noci. Po půlnoci dochází k růstu UTCI o 0,3 °C v JugP. Směr větru má jen velmi malý vliv na průměrnou hodnotu UTCI v obou ulicích. Teplotu vzduchu uliční stromy snižují o 1,4 °C v Terr a o 0,5 °C v JugP.

Výsledky ukazují, že „hustá výsadbba“ nabízí konzistentnější a výraznější chladicí účinky, zejména v pozdním odpoledni a večeru. Chladicí účinek ve scénáři s „řidkou výsadbou“ je však větší než



Obr. 4: Koncentrace PM_{10} a proudnice ovlivněné uličními stromy v příčném řezu ulicí Terronská během západního proudění; scénář (a) bez stromů, (b) s „řidkou výsadbou“ a (c) hustou výsadbou“. Zobrazeny jsou hodinové průměry veličin v období neutrálního zvrstvení (20–21 h) dne 19. října 2021

Stratifikace a čas	Směr větru	Sezóna	JugP (řídká) [°C]	JugP (hustá) [°C]	Terr (řídká) [°C]	Terr (hustá) [°C]
Konvektivní (17–18 h)	Z	L	-1,9	-3,1	-1,3	-2,6
Konvektivní (17–18 h)	JZ	L	-1,8	-3,1	-1,4	-2,7
Konvektivní (17–18 h)	J	L	-2,0	-3,3	-1,2	-2,5
Reziduální (21–22 h)	Z	L	-0,2	-0,3	-0,5	-1,0
Reziduální (21–22 h)	JZ	L	-0,1	-0,2	-0,3	-0,8
Reziduální (21–22 h)	J	L	-0,0	-0,2	-0,2	-0,6
Neutrální (16–17 h)	Z	P	-0,7	-1,0	-0,3	-0,7
Neutrální (16–17 h)	JZ	P	-0,6	-0,9	-0,5	-0,8
Neutrální (16–17 h)	J	P	-0,5	-0,9	-0,4	-0,8
Neutrální (18–19 h)	Z	P	0,3	0,4	0,3	0,4
Neutrální (18–19 h)	JZ	P	0,3	0,4	0,7	0,8
Neutrální (18–19 h)	J	P	0,6	0,7	0,8	1,0
Stabilní (07–08 h)	Z	P	0,3	0,6	0,5	0,6
Stabilní (07–08 h)	JZ	P	0,7	0,8	1,0	1,2
Stabilní (07–08 h)	J	P	0,7	0,9	0,7	0,8

Tab. 2: Průměrné absolutní rozdíly v hodnotách univerzálního tepelně-klimatického indexu (UTCI) mezi dvěma scénáři výsadby a scénářem bez stromů v jednotlivých ulicích. Vyhodnocení bylo provedeno s ohledem na různé směry proudění a stratifikace atmosféry. Konvektivní a reziduální zvrstvení bylo simulováno dne 19. června 2021 (L), stabilní a dvě neutrální stratifikace dne 19. října 2021 (P)

očekávané „poloviční“ ochlazení ve srovnání s „hustou výsadbou“. Rozdíl v ochlazení mezi scénáři je mnohem menší, než by se dalo očekávat pouze na základě rozdílu v počtu stromů (jinými slovy, vztah není lineární). Uvedené zjištění je v souladu s dalšími studiemi, např. [Lachapelle et al., 2023]. Během konvektivního zvrstvení (17–19 h) uliční stromy „řídke výsadby“ snižují příchozí krátkovlnné záření na ulici přibližně o 26,9 % v JugP a o 35,0 % v Terr (proti 44,4 % v JugP a o 55,5 % v Terr ve scénáři „hustá výsadba“). Výsledné snížení dlouhovlnného záření je přibližně o 3,1 % v JugP a o 2,0 % v Terr. Ačkoli se může zdát, že efekt stromů je v podzimním období výraznější (pozitivní diference po západu slunce, viz tab. 2), je nutné zmínit výrazně nižší hodnoty indexu UTCI. Na podzim totiž ani ve dne nedosahují limitní hodnoty pro tepelný stres ($UTCI \geq 26^\circ C$).

Diskuse

Modelové simulace, mimo jiné publikované ve studiích [Belda et al., 2021; Geletič et al., 2022a nebo Řezníček et al., 2025], ukazují, že výsadba stromů v ulicích může mít více efektů. Na jednu

stranu stromy fungují jako přirozené vzduchové filtry, ukládají PM_{10} a absorbují znečišťující látky (prostřednictvím depozice, usazování nebo zachycením na listech), čímž zlepšují kvalitu ovzduší. Na druhou stranu v městském prostředí, zejména v uličních kařonech, mohou stromy vést k vyšším lokalizovaným koncentracím znečišťujících látek produkovaných na úrovni dopravy a chodců. Tento protichůdný efekt je způsoben skutečností, že stromy mění vzorce proudění vzduchu a potenciálně „akumulují“ znečišťující látky pod jejich korunami na úrovni chodců. Podobný jev byl popsán i v dalších studiích, např. [Jeanjean et al., 2015; Buccolieri et al., 2018].

Výsledky radiačně-energetických proměnných se velmi dobře shodují s jinými publikovanými studiemi. [Picone et al., 2024] mimo jiné uvádějí až 10% snížení UTCI v důsledku výsadby uličních stromů. Naše studie pozorovala průměrné snížení pouze o 2 %, ale s vrcholy dosahujícími až 32 %. Rozdíly a nižší prostorová variabilita v práci [Picone et al., 2024] jsou pravděpodobně způsobeny použitím modelu založeného na jednodušším principu RANS (ENVI-met), který obvykle poskytuje hladší výsledky

ve srovnání s podrobnějším přístupem LES. Rozdíly v koncentraci PM lze porovnat se zjištěními studie [Buccolieri et al., 2018], kde průměrný nárůst koncentrace činí 32–36 % pro směr větru kolmý vůči kařonu a 6–8 % pro jižní směr. Simulované hodnoty jsou srovnatelné s hodnotami v ulici JugP. Průměrné zvýšení (nárůst) koncentrace PM vlivem stromů v ulici Terronská odpovídá 108 % a 47 %. Zatímco [Buccolieri et al., 2018] použili OpenFOAM v ustáleném režimu, naše studie používá pseudo-reálné meteorologické podmínky. Rozdíly mohou být způsobeny i změnami v proudění vzduchu, protože [Buccolieri et al., 2018] nezohledňuje záření.

Emise produkované intenzivní dopravou v měřítku ulice se označují jako tzv. lokální emise, reflektují intenzitu a dynamickou skladbu dopravy a emisní faktory. Výsledné koncentrace jsou zpravidla nejvyšší ve zdrojové oblasti, šíření znečištění do vzdálenějšího okolí, např. přes střechy bloku budov, je minimální. Zavádění vegetace v ulici s vysokou dopravní zátěží by tedy mělo být vždy předmětem pečlivého uvážení všech aspektů, včetně možného ověření pomocí vhodného modelového nástroje. Všechny výše popsané aspekty nám ukazují, jak pomocí mikroměřítkového modelování dosáhnout přesnějšího a efektivnějšího plánování opatření pro zajištění potřebné kvality ovzduší. Zároveň je ale nutné si uvědomit, že z důvodu již dříve zmíněné výpočetní náročnosti mikroměřítkových modelů typu PALM je potenciální využití těchto modelů v současné době omezeno na vyhodnocování různých scénářů. Využití těchto komplexních modelů pro posuzování plnění imisních limitů pro roční průměry, případně pro další roční statistiky (n-té nejvyšší hodinové nebo denní koncentrace) je teoreticky možné na základě statistického odvození ročních statistik z výrazně omezeného počtu simulovaných dnů (vysoká výpočetní náročnost, simulace maximálně několik málo desítek vybraných dnů), přičemž potřebné metodiky jsou zatím předmětem výzkumu.

V návaznosti na zjištění studií [Geletič et al., 2022b; Řezníček et al., 2025] v současné době probíhá projekt MicroBUS, financovaný Technologickou agenturou

České republiky, kde budou výsledky studie srovnány s měřeními v aerodynamickém tunelu. Praktická zjištění následně budou, ve spolupráci s Institutem plánování a rozvoje hl. m. Prahy, aplikována na scénáře budoucího rozvoje Legerovy ulice. Výsledky experimentů v aerodynamickém tunelu (ve zmenšeném měřítku, viz např. [Gronemeier et al., 2021; Laurics et al., 2021; Nosek et al., 2025]) dávají velmi podrobné informace jak o proudění v uličním kaňonu, tak i o rozložení koncentrací znečištění, dokonce za přítomnosti uličních stromů; viz např. [Gromke et al., 2008; Fellini et al., 2022]. Výsledky tunelových experimentů jsou však platné jen pro neutrální stratifikaci. Pro jiné stratifikace je nutné použít mikroměřítkový model, který uvažuje záření a tepelnou bilanci. Projekt MicroBUS si klade za cíl spojit silné stránky obou přístupů.

Závěr

Srovnání několika variant výsadby stromů během typických stratifikací atmosféry a při různých převládajících směrech větrů ukazuje na značnou složitost jejich efektu v uličním kaňonu. Stromy primárně stíní povrch ulice, což přímo ovlivňuje množství dopadajícího slunečního záření. Sekundárním dopadem je redukce dlouhodobého (tepelného) záření emitovaného povrchem pod stromy. Simulace potvrdily předchozí výsledky: stromy významným způsobem snižují povrchovou a pocitovou teplotu, často o více než 10 °C. Problematikou však zůstává otázka snížení teploty vzduchu uličními stromy, zejména v obdobích nedostatku půdní vlhkosti během horkých vln. Je pravděpodobné, že stromy v těchto obdobích přijdou o schopnost efektivní evaporace, případně transpirace z propustných povrchů pod nimi.

Významný negativní dopad stromů se projevuje u znečištění ovzduší. Při stratifikacích s negativním vlivem na rozptyl a vymývání suspendovaných částic (např. neutrální) může v extrémních případech dojít k významnému nárůstu koncentrací znečišťujících látek. Je třeba zdůraznit, že se jedná o nárůst pouze v místním měřítku ulice, přičemž parametry ulice hrají významnou roli (např.

šířka, výška, orientace apod.). Koncentrace jsou závislé na intenzitě dopravy v místech plánované výsadby, stejně jako na množství, umístění a vlastnostech vysazené zeleně. Ukazuje se, že „řídká výsadba“ sice méně snižuje radiačně-energetické proměnné, ale současně má menší negativní dopad na místní znečištění ovzduší.

Dostupnost moderních technologií, jako jsou numerické simulace, 3D tisk nebo aerodynamické tunely, otevírá nové možnosti pro studium komplexního vlivu vegetace na úrovni ulice. V budoucnu by kombinace těchto přístupů mohla vést k významnému snížení nákladů na efektivní adaptační opatření a k širšímu porozumění problematice z hlediska „paradigmatu orientovaného na člověka“.

Použité zdroje:

BELDA, M.; RESLER, J.; GELETIČ, J. et al. 2021. Sensitivity analysis of the PALM model system 6.0 in the urban environment. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 14, no. 5, p. 4443–4464. DOI 10.5194/gmd-14-4443-2021.

BAKLANOV, A.; MOLINA, L. T.; GAUSS, M. 2016. Megacities, air quality and climate. In: *Atmospheric Environment*, vol. 126, p. 235–249. DOI 10.1016/j.atmosenv.2015.11.059.

BAKLANOV, A.; GRIMMOND, C. S. B.; CARLSON, D. et al. 2018. From urban meteorology, climate and environment research to integrated city services. In: *Urban Climate*, vol. 23, p. 330–341. DOI 10.1016/j.uclim.2017.05.004.

BAKLANOV, A.; CÁRDENAS, B.; LEE, T. C. et al. 2020. Integrated urban services: Experience from four cities on different continents. In: *Urban Climate*, vol. 32, 100610. DOI 10.1016/j.uclim.2020.100610.

BELDA, M.; RESLER, J.; GELETIČ, J. et al. 2021. Sensitivity analysis of the PALM model system 6.0 in the urban environment. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 14, no. 5, p. 4443–4464. DOI 10.5194/gmd-14-4443-2021.

BUCCOLIERI, R.; JEANJEAN, A. P.; GATTO, E. et al. 2018. The impact of trees on street ventilation, NO_x and PM_{2.5} concentrations across heights in Marylebone Rd street canyon, central London. In: *Sustainable Cities and Society*, vol. 41, p. 227–241. DOI 10.1016/j.scs.2018.05.030.

DOBEK, M.; WERESKI, S.; KRZYZEWSKA, A. 2023. Variability of Air Quality and Bioclimatic Conditions in an Urban Area: A Case Study of Lublin, Poland. In: *Quaestiones Geographicae*, vol. 42, p. 175–193. DOI 10.14746/quageo-2023-0030.

ESAU, I.; BELDA, M.; MILES, V. et al. 2024. A city-scale turbulence-resolving model as an essential element of integrated urban services. In: *Urban Climate*, vol. 56, 102059. DOI 10.1016/j.uclim.2024.102059.

FELLINI, S.; MARRO, M.; DEL PONTE, A. V. et al. 2022. High resolution wind-tunnel investigation about the effect of street trees on pollutant concentration and street canyon ventilation. In: *Building and Environment*, vol. 226, 109763. DOI 10.1016/j.buildenv.2022.109763.

FERNANDES, C. O.; DA SILVA, I. M.; TEIXEIRA, C. P. et al. 2019. Between tree lovers and tree haters: Drivers of public perception regarding street trees and its implications on the urban green infrastructure planning. In: *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 37, p. 97–108. DOI 10.1016/j.ufug.2018.03.014.

FRÖHLICH, D.; MATZARAKIS, A. 2020. Calculating human thermal comfort and thermal stress in the PALM model system 6.0. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 13, p. 3055–3065. DOI 10.5194/gmd-13-3055-2020.

GELETIČ, J.; LEHNERT, M.; RESLER, J. et al. 2022a. High-Fidelity Simulation of the Effects of Street Trees, Green Roofs and Walls on the Distribution of Thermal Exposure in Prague-Dejvice. In: *Building and Environment*, vol. 223, 109484. DOI 10.1016/j.buildenv.2022.109484.

GELETIČ, J.; BUREŠ, M.; KRČ, P. et al. 2022b. Modelování potenciálních dopadů způsobených výsadbou stromů v ulicích měst. In: *Urbanismus a územní rozvoj*, roč. 25, vol. 4, p. 12–17. ISSN 1212-0855.

GELETIČ, J.; LEHNERT, M.; RESLER, J. et al. 2023. Heat exposure variations and mitigation in a densely populated neighborhood during a hot day: Towards a people-oriented approach to urban climate management. In: *Building and Environment*, vol. 242. DOI 10.1016/j.buildenv.2023.110564.

GRIMMOND, S.; BOUCHET, V.; MOLINA, L. T. et al. 2020. Integrated urban hydrometeorological, climate and environmental services: Concept, methodology and key messages. In: *Urban Climate*, vol. 33, 100623. DOI 10.1016/j.uclim.2020.100610.

GROMKE, C.; BUCCOLIERI, R.; DI SABATINO, S. et al. 2008. Dispersion study in a street canyon with tree planting by means of wind tunnel and numerical investigations—evaluation of CFD data with experimental data. In: *Atmospheric Environment*, vol. 42, p. 8640–8650. DOI 10.1016/j.atmosenv.2008.08.019.

GRONEMEIER, T.; SURM, K.; HARMS, F. et al. 2021. Evaluation of the dynamic core of the PALM model system 6.0 in a neutrally stratified urban environment: comparison between LES and wind-tunnel experiments. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 14, p. 3317–3333. DOI 10.5194/gmd-14-3317-2021.

HAMDJ, R.; KUSAKA, H.; DOAN, Q.-V. et al. 2020. The state-of-the-art of urban climate change modeling and observations. In: *Earth Systems and Environment*, vol. 4, p. 631–646. DOI 10.1007/s41748-020-00193-3.

CHEN, T.; MEILI, N.; FATICHI, S. et al. 2023. Effects of tree plantings with varying street aspect ratios on the thermal environment using a mechanistic urban canopy model. In: *Building and Environment*, vol. 246, 111006. DOI 10.1016/j.buildenv.2023.111006.

IPCC. 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core writing team: Lee, H.; Romero, J. (eds.). Geneva, Switzerland: IPCC, 184 p.

- JEANJEAN, A. P.; HINCHLIFFE, G.; MCMULLAN, W. et al. 2015. A CFD study on the effectiveness of trees to disperse road traffic emissions at a city scale. In: *Atmospheric Environment*, vol. 120, p. 1–14. DOI 10.1016/j.atmosenv.2015.08.003.
- KARTTUNEN, S.; KURPPA, M.; AUVINEN, M. et al. 2020. Large-eddy simulation of the optimal street-tree layout for pedestrian-level aerosol particle concentrations—A case study from a city-boulevard. In: *Atmospheric Environment*, vol. 6, 100073. DOI 10.1016/j.aeoa.2020.100073.
- KHAN, B.; BANZHAF, S.; CHAN, E. C. et al. 2021. Development of an atmospheric chemistry model coupled to the PALM model system 6.0: Implementation and first applications. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 14, p. 1171–1193. DOI 10.5194/gmd-14-1171-2021.
- KRČ, P.; RESLER, J.; SÜHRING, M. et al. 2021. Radiative Transfer Model 3.0 integrated into the PALM model system 6.0. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 14, no. 5, p. 3095–3120. ISSN 1991-9603.
- KVĚTOŇOVÁ, V.; PÁNEK, J.; ŠERÝ, M. et al. 2025. Seasonal variations in thermal perception of urban environments: Summer and winter in-situ assessment from a Central European town. In: *Geographica Pannonica*, vol. 29, no. 2, p. 137–148. DOI 10.5937/gp29-59002.
- LACHAPPELLE, J. A.; KRAYENHOFF, E. S.; MIDDEL, A. et al. 2023. Maximizing the pedestrian radiative cooling benefit per street tree. In: *Landscape and Urban Planning*, vol. 230, 104608. DOI 10.1016/j.landurbplan.2022.104608
- LAURIKS, T.; LONGO, R.; BAETENS, D.; et al. 2021. Application of improved CFD modeling for prediction and mitigation of traffic-related air pollution hotspots in a realistic urban street. In: *Atmospheric Environment*, vol. 246, 118127. DOI 10.1016/j.atmosenv.2020.118127.
- LEHNERT, M.; PÁNEK, J.; KOPP, J. et al. 2023. Thermal comfort in urban areas on hot summer days and its improvement through participatory mapping: A case study of two Central European cities. In: *Landscape and Urban Planning*, vol. 233, 104713. DOI 10.1016/j.landurbplan.2023.104713.
- MARONGA, B.; BANZHAF, S.; BURMEISTER, C. et al. 2020. Overview of the PALM model system 6.0. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 13, no. 3, p. 1335–1372. ISSN 1991-9603.
- MASSON, V.; LEMONSU, A.; HIDALGO, J. et al. 2020. Urban climates and climate change. In: *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 45, p. 411–444. DOI 10.1146/annurev-environ-012320-083623.
- NG, E.; REN, C. (eds.). 2015. *The urban climatic map: a methodology for sustainable urban planning*. New York, NY: Routledge.
- NOSEK, Š.; FUKA, V.; RADOVIĆ, J. et al. 2025. Can deeper street canyons ventilate better? An analysis of roof geometries and aspect ratios with a focus on pollutant dynamics. In: *Building and Environment*, vol. 270, 112528. DOI 10.1016/j.buildenv.2025.112528.
- NOWAK, D. J. 2023. Improved Air Quality and Other Services from Urban Trees and Forests. In: *Engineering and Ecosystems: Seeking Synergies Toward a Nature-Positive World*. Cham, Switzerland: Springer, p. 215–245. DOI 10.1007/978-3-031-35692-6_10.
- OKE, T. R.; MILLS, G.; CHRISTEN, A. et al. 2017. *Urban Climates*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. DOI 10.1017/9781139016476.
- PICONE, N.; ESPOSITO, A.; EMMANUEL, R. et al. 2024. Potential Impacts of Green Infrastructure on NO_x and PM₁₀ in Different Local Climate Zones of Brindisi, Italy. In: *Sustainability*, vol. 16, 229. DOI 10.3390/su16010229.
- RESLER, J.; KRČ, P.; BELDA, M. et al. 2017. PALM-USM v1.0: A new urban surface model integrated into the PALM large-eddy simulation model. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 10, no. 10, p. 3635–3659. DOI 10.5194/gmd-10-3635-2017.
- RESLER, J.; EBEN, K.; GELETIČ, J. et al. 2021. Validation of the PALM model system 6.0 in a real urban environment: a case study in Dejvice, Prague, the Czech Republic. In: *Geoscientific Model Development*, vol. 14, no. 8, p. 4797–4842. DOI 10.5194/gmd-14-4797-2021.
- RUSSO, A.; ESCOBEDO, J. F.; ZERBE, S. 2016. Quantifying the local-scale ecosystem services provided by urban tree streetscapes in Bolzano, Italy. In: *AIMS Environmental Science*, vol. 3, p. 58–76. DOI 10.3934/environsci.2016.1.58.
- ŘEZNÍČEK, H.; GELETIČ, J.; BELDA, M. et al. 2025. Analysis of the complex role of trees in street canyons using a LES model. In: *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 151, no. 769. DOI 10.1002/qj.4954.
- TALEGHANI, M. 2018. Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies - A review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81, p. 2011–2018. DOI 10.1016/j.rser.2017.06.010.
- URBAN, A.; FONSECA-RODRÍGUEZ, O.; DI NAPOLI, C. et al. 2022. Temporal changes of heat-attributable mortality in Prague, Czech Republic, over 1982–2019. In: *Urban Climate*, vol. 44, 101197. DOI 10.1016/j.uclim.2022.101197.
- VICEDO-CABRERA, A. M.; GUO, Y.; SERA, F. et al. 2018. Temperature-related mortality impacts under and beyond Paris Agreement climate change scenarios. In: *Climatic Change*, vol. 150, p. 391–402. DOI 10.1007/s10584-018-2274-3.
- WMO. 1234. 2021. *Guidance on Integrated Urban Hydrometeorological, Climate and Environment Services, Volume II: Demonstration Cities*. WMO-No. 1234, Geneva, 166 p. ISBN 978-92-63-11234-7.
- YILMAZ, S.; IRMAK, M. A.; QAID, A. 2022. Assessing the effects of different urban landscapes and built environment patterns on thermal comfort and air pollution in Erzurum city, Turkey. In: *Building and Environment*, vol. 219, 109210. DOI 10.1016/j.buildenv.2022.109210.

Mgr. Jan Geletič, Ph.D. (✉ geletic@cs.cas.cz), Mgr. Pavel Krč, Ph.D., RNDr. Jaroslav Resler, Ph.D., Mgr. Hynek Řezníček (Ústav informatiky Akademie věd České republiky); doc. Mgr. Michal Belda, Ph.D. (Katedra fyziky atmosféry, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova); Mgr. Veronika Květoňová, Ph.D., doc. Mgr. Michal Lehnert, Ph.D. (Katedra geografie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci); Mgr. Tereza Pikousová, Mgr. Ondřej Vlček (Český hydrometeorologický ústav)

ENGLISH ABSTRACT

Analysis of the Comprehensive Effects of Street Trees in Street Canyons Using a High-Resolution Numerical Model, by Jan Geletič, Michal Belda, Pavel Krč, Veronika Květoňová, Michal Lehnert, Tereza Pikousová, Jaroslav Resler, Hynek Řezníček, Ondřej Vlček

Prague, Sokolská and Legerova streets – probably one of the busiest streets in the city centre, with more than 65,000 cars passing through them daily. The City of Prague is planning an extensive revitalisation of the streets in the coming years, intending to create a friendly and safe environment for residents, visitors and all road users – pedestrians, cyclists and motorists. A key element of this revitalisation is the restoration of tree rows, so-called “street trees”. Although several studies published in recent years mention both positive and negative effects of trees, this issue remains only marginally discussed. The restoration of tree rows, although intended in a positive sense, can also have significant negative impacts. Newly developed and validated results of microclimatic models can be used to assess the potential effects of tree planting on conditions within the street. Thanks to the high level of detail, they can provide a new view of the processes in the street canyon and bring a new perspective for a comprehensive assessment of adaptation measures. The article aims to describe the effects that street trees have – during the growing season – on microclimatic conditions and air quality, using the example of the representative, less traffic-laden (14,500 cars/day) Jugoslávských partyzánů Street and the nearby Terronská Street, as a practical example of a “green street” in the validated domain in Prague-Dejvice.