

Vliv města na extrémní teploty vzduchu

Jaroslav Rožnovský

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno, ČR
jaroslav.roznovsky@chmi.cz

Úvod a metodika

Problematika změny klimatu a městského klimatu je tématem v posledních desetiletích velmi frekventovaným tématem a najdeme k nim mnoho literatury. V tomto uvedeném zpracování jde o doklad vlivu města na teplotní extrémy na příkladu roku 2024. Zpracovaná data teploty vzduchu byla naměřena na klimatologických stanicích ČHMÚ, a to pro volnou krajinu Brno - Tuřany a pro městské prostředí Brno – Žabovřesky.

Výsledky

Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu je nejčastěji používanou charakteristikou teplotních poměrů na našem území. Průběh denních maximálních a minimálních teplot vzduchu na KS Brno-Tuřany vidíme na Obr. 1, na KS Brno Žabovřesky na Obr. 2. Průběh denních maxim a minim je na obou stanicích velmi podobný, proto jsou na Obr. 3 vyjádřeny rozdíly mezi denními maximy a na Obr. 4 mezi denními minimy mezi KS Brno-Žabovřesky a Brno-Tuřany.

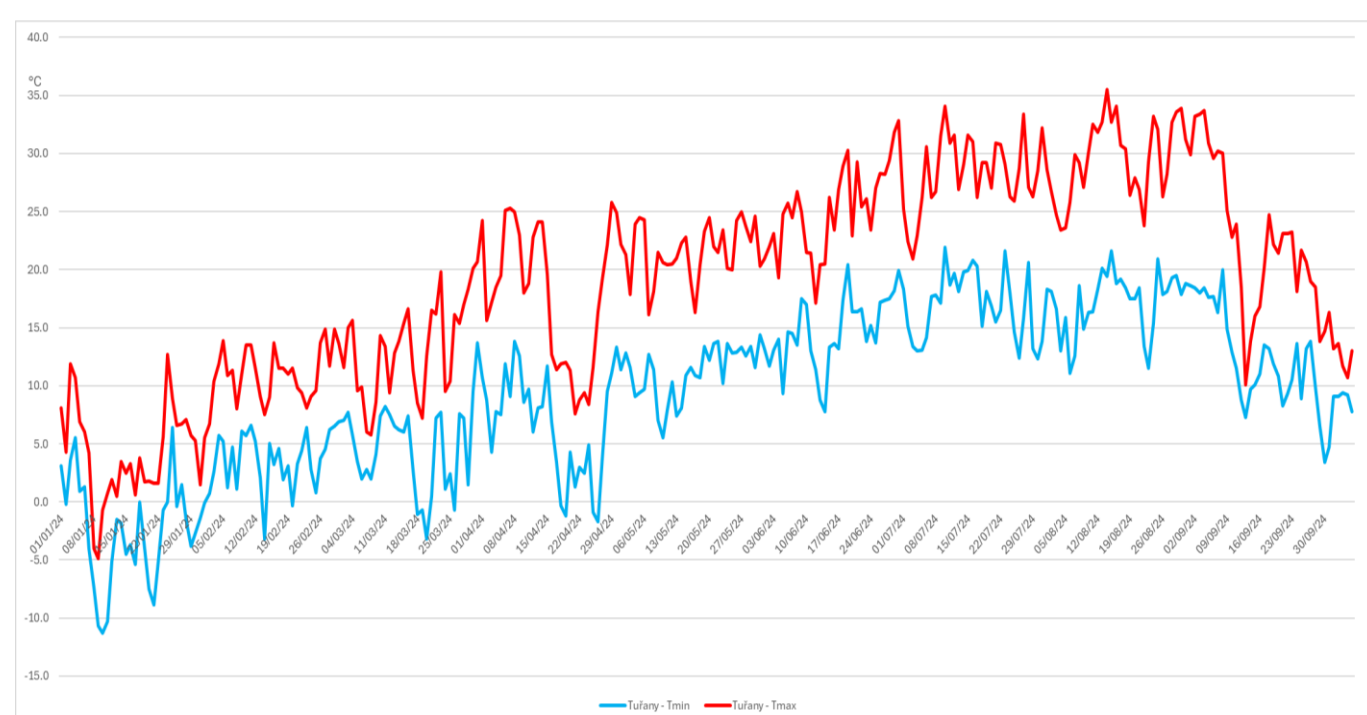
Pokud jde o průběh teploty vzduchu, tak obecně je nutné uvést, že v roce 2024 jsou teploty vyšší oproti v klimatologii zavedenému hodnocení k tzv. normálním obdobím, tedy třicetiletým obdobím počítaným od roku 1901, kdy tzv. 1. normál je daný roky 1901 až 1930, takže rok 2021 a další srovnáváme k 4. normálu, tedy období od 1991 až 2020. S ohledem na rozsah tohoto článku stačí uvést, že všechny měsíce byly svými průměry teplotně nadnormální, přitom leden a únor mimořádně a srpen silně nadnormální.

Z toho plyne, že byl i vyšší počet tropických dnů. Za období 1926 až 1950 je pro Brno v publikaci Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) uváděn počet 10,2 tropického dne. Je potřebné uvést, že v tomto období byly naměřeny teploty 30 °C a více i v květnu, byť jen hodnotou 0,1 dne. V našem hodnoceném období to bylo na KS Brno-Žabovřesky 39 dnů, na KS Brno-Tuřany 34 dnů. Lze tedy uvést, že počet tropických dnů v tomto roce byl takřka čtyřnásobně vyšší.

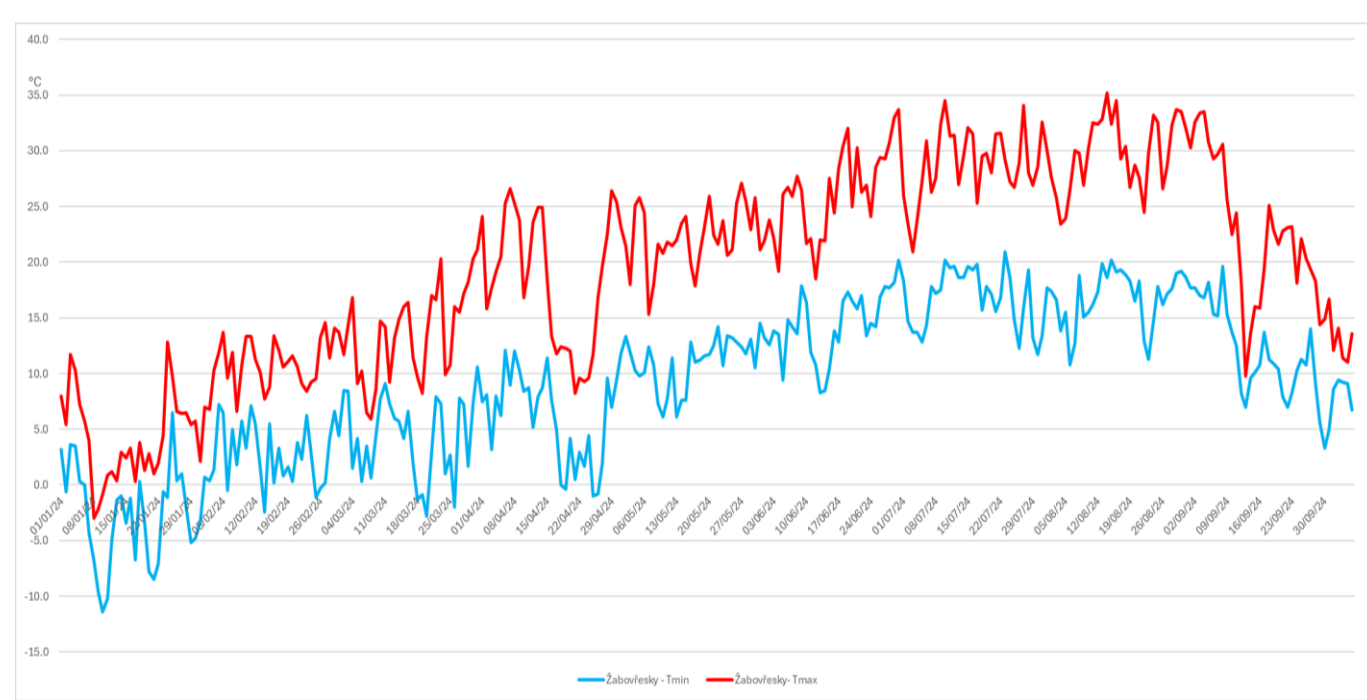
Pokud jde o letní dny, tak v Tabulkách je uváděn průměrný počet dnů 54,7, přičemž tyto dny byly naměřeny od dubna do října včetně. V námi hodnoceném období byl počet těchto dnů na KS Brno-Tuřany 85, na KS Brno Žabovřesky 97 (Obr. 1). Tedy jejich nárůst není ani dvojnásobný.

Z našeho rozboru teploty vzduchu na KS Brno-Tuřany a Brno-Žabovřesky dále vyplývá, že první letní den na KS stanice Brno-Tuřany byl 6. 4. 24 s teplotou 25,1 °C. Poslední tento den byl 9. 9. 2024 o teplotě 25,1 °C. První tropický den 19. 6. 24 s hodnotou 30,3 °C a poslední tropický 8. 9. 2024 s hraniční teplotou, a to 30,0 °C. Podobně na KS Brno-Žabovřesky byl 1. letní den 6. 4. 2024, kdy denní maximum dosáhlo 25,3 °C, poslední 18. 9. 2024 s maximem 25,1 °C. První tropický den byl na této stanici 18. 6. 24 s hodnotou 30,4 °C, tropický byl také 19. 6. 24 s hodnotou 32 °C. Poslední tento den byl shodně se stanicí Brno-Tuřany 8. 9. 2024, kdy maximum bylo 30,6 °C.

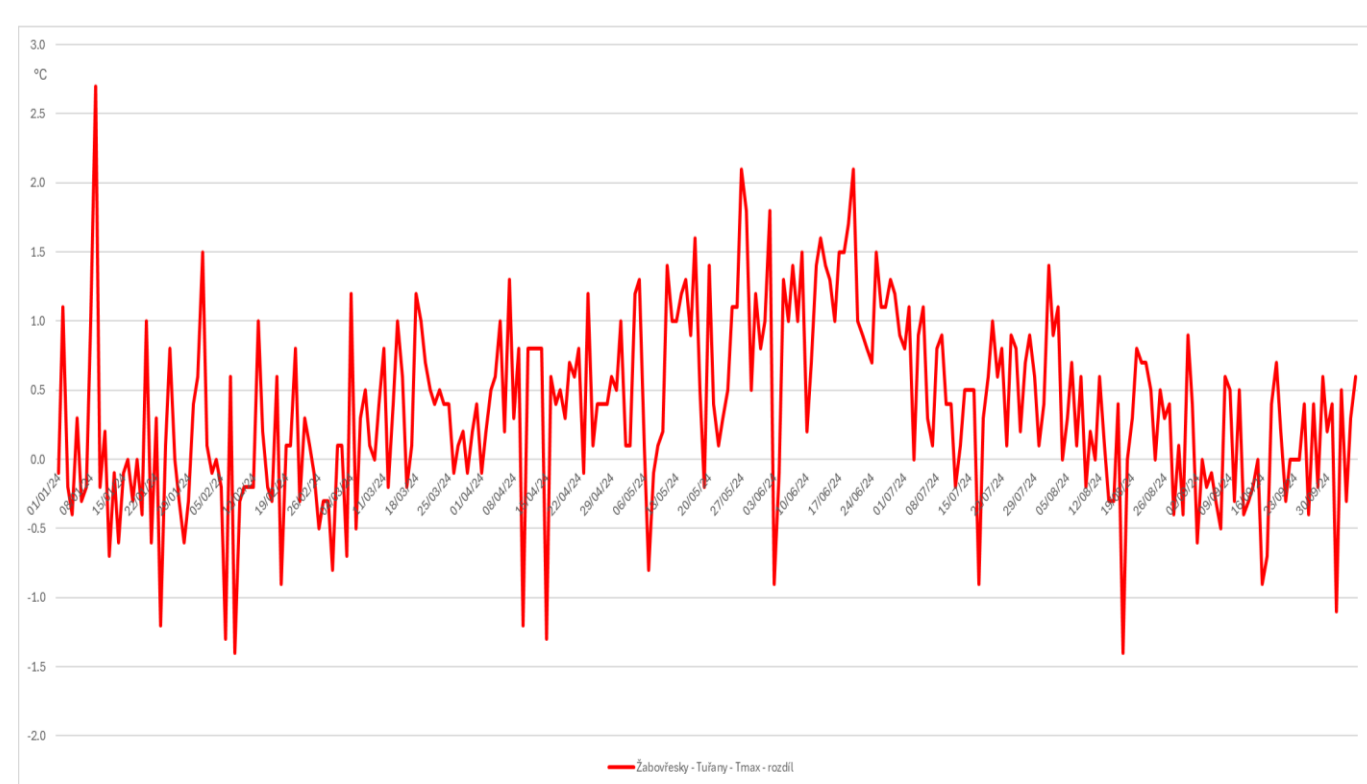
Z hlediska dopadů na přírodu, ale také na lidi jsou mimořádně významné výskyty vln veder. Vezmeme-li za vlnu veder postupně se vyskytující teploty 30 °C a více po tři dny, pak to v roce 2024 byly tři vlny veder na KS Brno-Tuřany. První 9. 7. až 12. 7. Ve dnech 13. a 14. 7. poklesla maximální teplota vzduchu pod 30 °C. Ale 15. a 16. 7. se zvýšila nad 30 °C. Druhá vlna byla ve dnech 10. 8. až 18. 8. bez přerušení. Třetí potom 28. 8. až do 8. 9., pokud nebudeme za přerušení počítat 29. 6 °C 6. 9. a 29,7 °C 7. 9.



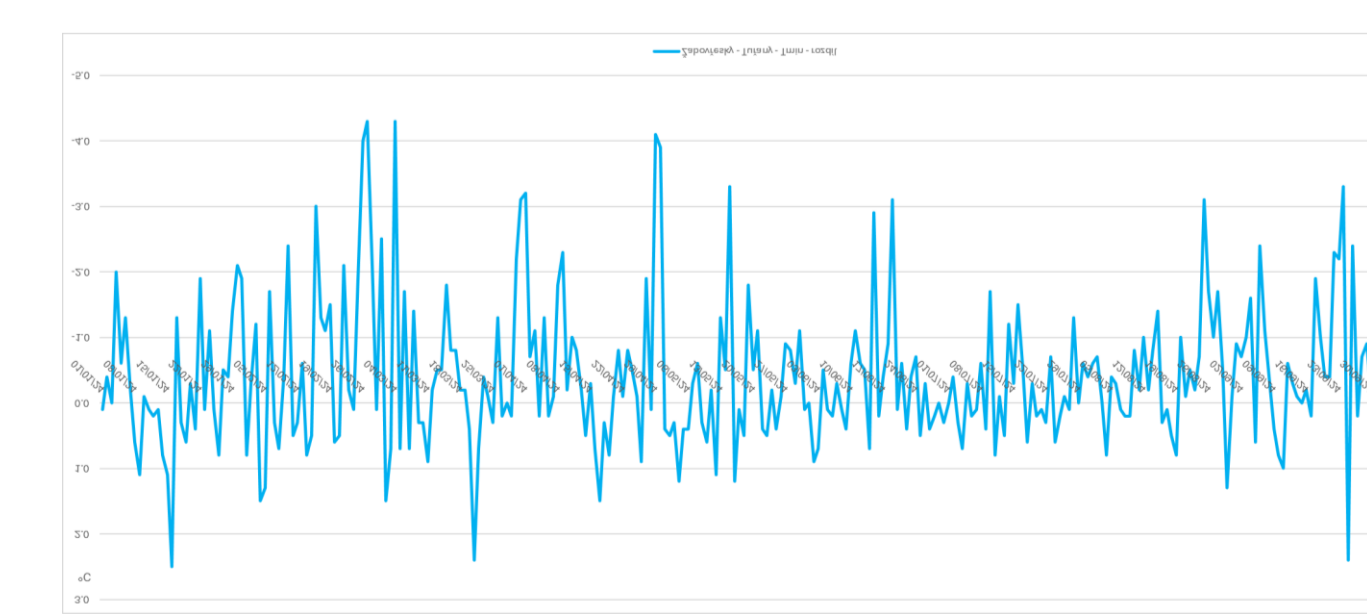
Obr. 1 Průběh denních maximálních a minimálních teplot vzduchu (°C) na klimatologické stanici Brno- Tuřany od ledna do 6. října 2024



Obr. 2 Průběh denních maximálních a minimálních teplot vzduchu (°C) na klimatologické stanici Brno- Tuřany od ledna do 6. října 2024



Obr. 3 Průběh rozdílu denních maximálních teplot vzduchu (°C) na klimatologické stanici Brno- Žabovřesky a Brno-Tuřany od ledna do 6. října 2024



Obr. 4 Průběh rozdílu denních minimálních teplot vzduchu (°C) na klimatologické stanici Brno-Žabovřesky a Brno-Tuřany od ledna do 6. října 2024

Na stanici Brno-Žabovřesky je, jak již bylo uvedeno, počet tropických dnů o 5 vyšší, což se projevilo výskytem první vlny již 28. 6. až 30. 6. Druhá vlna od 9. 7. při toleranci poklesu teploty 13. 7. na 27,0 °C a 14. 7. na 29,5 °C by trvala až do 16. 7., tedy shodně jako na stanici Brno-Tuřany. Pokud ne, tak bychom hovořili o vlně třetí. Podobně jako na KS Brno-Tuřany začala poslední vlna 28. 8., ale v ní došlo k poklesu maxima ve dnech 6. 9. na 29,3 °C a 7. 9. na 29,7 °C. Následně potom byla 8. 9. maximální teplota vzduchu 30,6 °C.

Na Obr. 3 vidíme názorně průběh rozdílů mezi denními maximálními teplotami. Jejich průběh dokládá jednak, že denní maxima na stanici Brno-Žabovřesky jsou vyšší, ale ne doslova v každém dni. Zjednodušeně můžeme uvést, že městské prostředí ve srovnání s místy mimo město má vyšší maxima téměř po celý teplý půlrok, tedy od dubna do srpna včetně.

Oproti očekávání jsou minimální teploty vzduchu častěji nižší na KS Brno Žabovřesky oproti stanici KS Brno-Tuřany (Obr. 4). Tento poznatek vyžaduje pečlivé posouzení vlivu letištního provozu na měření. Předpokládat např. lze možný vliv pohybu vzduchu, kdy nedochází k tak silnému ochlazení v noční době, tedy při negativní radiační bilanci

Městské klima je dáno fyzikálními vlastnosti umělých povrchů, které se vyznačují většinou nižším albedem, vyšší hustotou, tepelnou kapacitou i tepelnou vodivostí. Z vlastností povrchů je pro utváření městského klimatu důležité především albedo, které je pro zastavěné oblasti v průměru o 10–15 % nižší než albedo přirozených povrchů. To značí, že větší část dopadajícího slunečního záření je umělými povrchy ve městě absorbována, takže se ohřívají více než porosty přirozené, např. travní. Hodnoty albeda (%) pro vybrané druhy povrchů jsou v Tab. 1.

Tab. 1. Porovnání typických hodnot albeda (α) a emisivity (ϵ) pro vybrané typické druhy urbánních a přirozených povrchů [3]

Material	α	ϵ
Asfalt	0,05–0,20	0,95
Beton	0,3	0,71–0,94
Červená cihla	0,3	0,90
Bílá omítka	0,93	0,91
Tráva (dlouhá ~ krátká)	0,16–0,26	0,90–0,95
Půda (vlhká ~ suchá)	0,05–0,40	0,98–0,90
Listnatý les	0,15–0,25	
Jehličnatý les	0,10–0,15	

Tab. 2 Porovnání vybraných tepelných vlastností typického povrchu urbanizovaných oblastí a typického přirozeného povrchu [3]

Material	Hustota ρ [kg m ⁻³]	Tepelná kapacita C [J m ⁻³ K ⁻¹]	Tepelná vodivost λ [W m ⁻¹ K ⁻¹]	Tepelná difuzivita a [m ² s ⁻¹]	Tepelná jímavost μ [J s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]
asfalt	2100	2,0 10 ⁶	0,75	0,4 10 ⁶	1200
jilovitá půda	1 600	1,4 10 ⁶	0,25	0,2 10 ⁶	600
Poměr asfalt/jilovitá půda	1,3		1,4	3,0	2,0

Jsou zde též uvedeny hodnoty emisivity, tedy koeficienty vyzařování. Jde o bezrozměrné číslo, které vyjadřuje schopnost povrchu emitovat dlouhovlnné záření a je důležitou vlastností pro odhad tzv. povrchové teploty z termálních snímků.

Porovnání vybraných tepelných vlastností typického povrchu urbanizovaných oblastí (asfaltu) a typického přirozeného povrchu (půdy) vidíme v Tab. 2. Tepelná difuzivita charakterizuje schopnost látky vyrovnávat rozdílné teploty při šíření tepla a tepelná jímavost potom schopnost prostupu tepla látkou. Obě charakteristiky nabývají u typických povrchů v zástavbě zhruba dvakrát větších hodnot než povrchy přirozené. Rozdílné tepelné vlastnosti se významně uplatňují při akumulaci tepla v období pozitivní energetické bilance a při jeho uvolňování v období negativní energetické bilance.

Závěry

Městské klima je dáno fyzikální podstatou jeho povrchů, tedy odlišnou radiační bilancí než má přírodní krajina. Tím je dána i rozdílná teplota vzduchu v městském prostředí, zvláště z anticyklonálních povětrnostních situací. Proto je nutné zdůraznit, že jde o samostatný proces, který není vyvolán tolik diskutovanou změnou klimatu, kde jde o proces vlivem rostoucí koncentrace skleníkových plynů. Jisté, že i tento proces se promítá do městského klimatu, jde tedy o synergický vliv.

Uvedené poznatky jsou dalším dokladem pro změny v územních plánech měst. Již bylo uvedeno, že je řešením zvýšení ploch zeleně ve městech. Vysoké teploty vzduchu ohrožují zdraví obyvatel měst. Zde se se současnou praxí střetávají postupy mitigační a adaptační. Ty mitigační jsou určitě nejvhodnějším řešením.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu TA ČR „ Omezení negativních dopadů meteorologických extrémů (teploty, větru a srážek) na veřejné zdraví a životní prostředí ve velkých aglomeracích“ č. SS07020449.