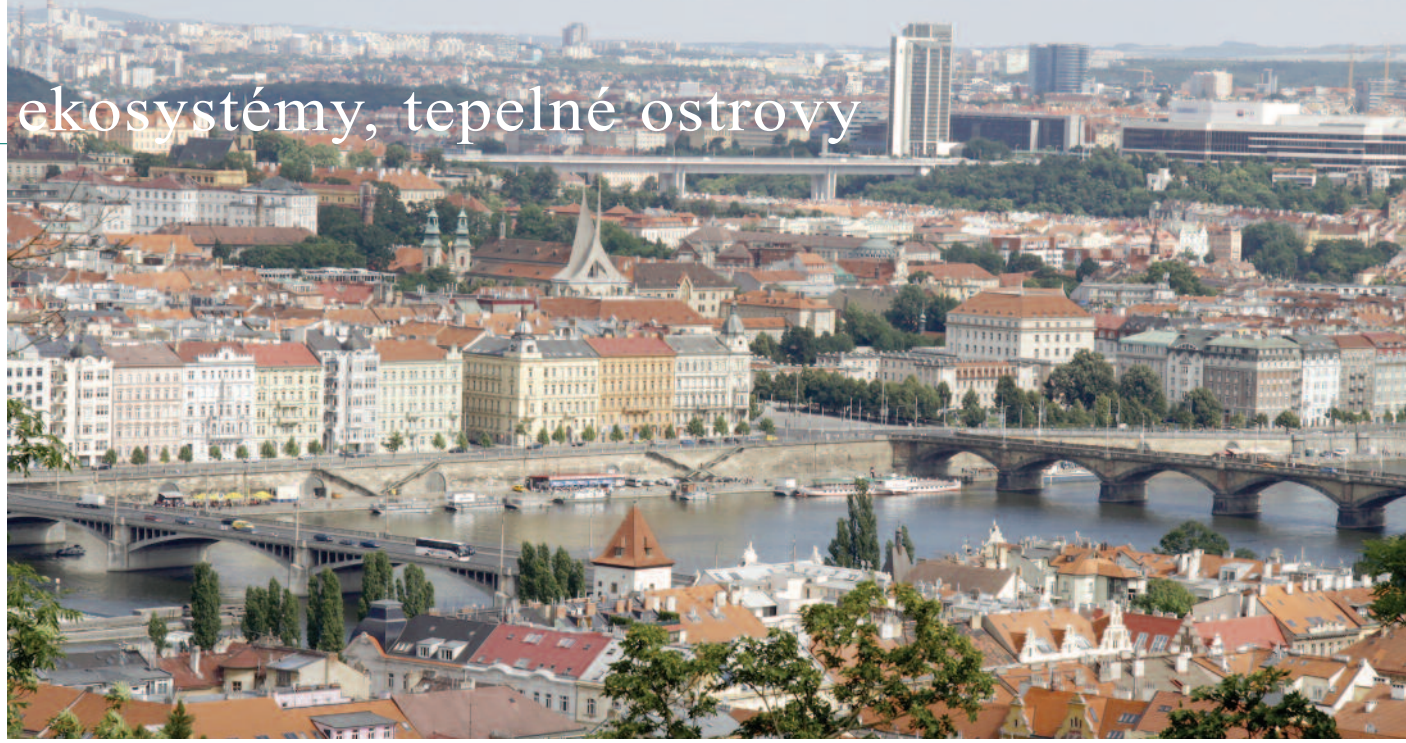


*Praha patří mezi zelená města, ale hustotou zástavby historických částí je srovnatelná s jinými velkými městy.*

# Městský tepelný ostrov

**V současné době stojí lidská populace tváří v tvář hrozbě důsledků fenoménu globálního oteplování planety. Můžeme spekulovat o příčinách globálního oteplování Země, ale v žádném případě nemůžeme pochybovat o jeho reálné existenci, která je doložena dlouhodobými výsledky exaktních meteorologických měření a pozorování. Právě z nich je patrné, že průměrné roční teploty se postupně zvyšují a současně se statisticky významně mění i řada dalších sledovaných klimatických parametrů, jako je například počet letních dnů, počet tropických dnů, počet tropických nocí, počet dnů se sněhovou pokrývkou, nebo zvyšování průměrných denních teplot v centrech velkých měst ve srovnání s jejich širším okolím, které je nazýváno městským tepelným ostrovem.**

Městský tepelný ostrov označovaný také zkratkami MTO nebo UHI (MTO je zkratka „městský tepelný ostrov“, UHI z anglického označení „urban heat island“) představuje fenomén, kterým se vědci začali zabývat již od 50. let minulého století, kdy z důvodu rozsáhlé urbanizace a industrializace začaly jeho projevy nabývat celosvětově na závažnosti.

Podstatou vzniku městského tepelného ostrova je nerovnoměrné ohřívání zemského povrchu působením slunečního záření. Plochy zemského povrchu bez vegetace, jako jsou skály, písčiny, zoraná pole nebo pole krytá uzrálými plodinami typu obilniny, se ohřívají více než plochy kryté fotosynteticky aktivní vegetací. Tyto plochy akumulují sluneční záření v podobě tepla, které je postupně vyzařováno do okolí. Vyzařované teplo ohřívá okolní vzduch, který stoupá do výšky a na jeho místo je nasáván chladnější vzduch z okolí. Tento jev využívají k letu někteří ptáci nebo piloti bezmotorových letadel. Míra absorpce slunečního záření a rychlost vyzařování tepla do okolního prostředí je závislá na fyzikálních vlastnostech povrchu. Obecně platí, že více sluneční záření absorbují, a proto se více ohřívají plochy tmavé. Světlé plochy odrážejí část dopadajícího slunečního záření zpět do atmosféry, a proto se ohřívají méně. Plochy kryté vegetací rovněž absorbují sluneční záření, ale jeho energii využívají rostliny na proces evapotranspirace, tedy odpařování vody rostlinami a fotosyntézu. Teplo je v rostlinách akumulováno výrazně méně a jejich okolí je ochlazováno.

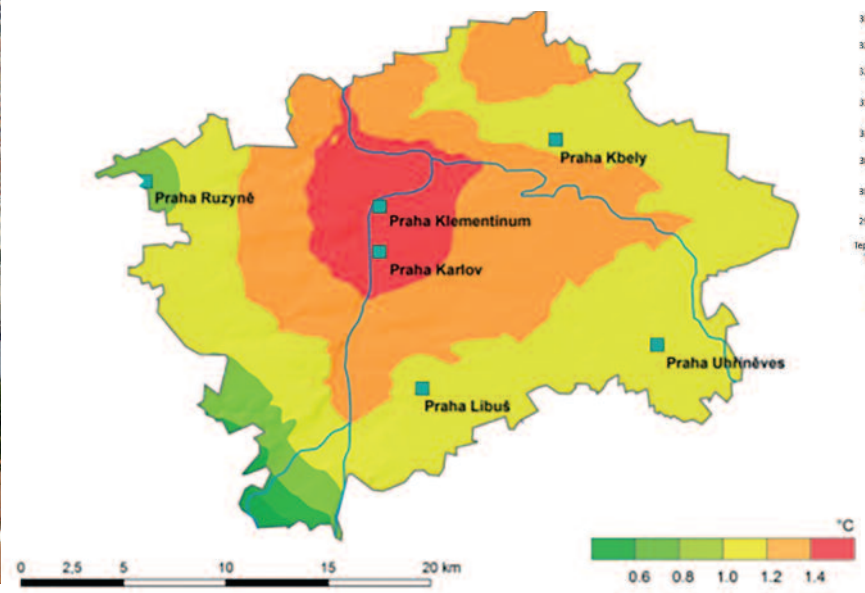
Fenomén městského tepelného ostrova není novým jevem. Jedná se pouze o umělé rozšíření území, která se chovají stejně jako rozsáhlé přírodní plochy bez vegetačního krytu. Městské tepelné ostrovy existují stejně dlouho jako samotná města. Procesem zastavování území (urbanizací) člověk postupně nahrazoval vegetací kryté plochy za městskou zástavbu zcela bez vegetace. Ze zastavěných ploch je rovněž jako z přírodních ploch bez vegetace rychle odváděna srážková voda, která se nemůže později odpařovat a tak snižovat teplotu prostředí. Dokud byla města malá, byl účinek městského tepelného ostrova pravděpodobně i prospěšný, a proto mu lidé nevěnovali pozornost.

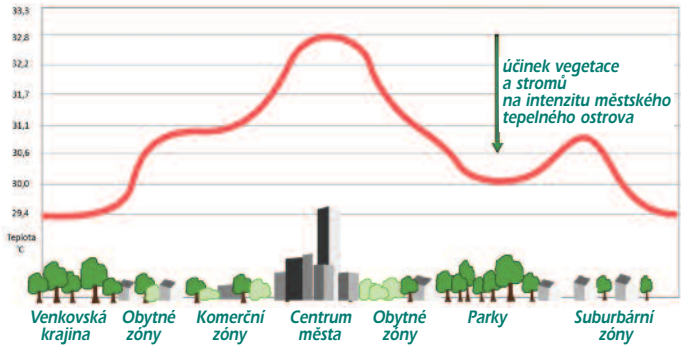


*Historickou zastavěnost městských center je možné dodnes velmi dobře pozorovat v některých čínských městech. Města byla určena pro lidi. Na zeleň prostě nebylo místo. Střechy jednotlivých domů se téměř dotýkají.*

*Příkladem megaměsta může být hlavní egyptské město Káhira, která je řazena mezi 10 nejlidnatějších měst světa. Poslední údaje uvádějí populaci 19,5 milionu obyvatel, ale upřímně řečeno, nikdo přesně neví, kolik má obyvatel. Středomořské klima a minimum vegetace umocňuje intenzitu MTO.*

TEXT A FOTO: OLDŘICH VACEK, MIROSLAV KUNT, KATEŘINA ČECHOVÁ, KATEDRA ZAHRADNÍ A KRAJINNÉ ARCHITEKTURY, ČESKÉ ZEMĚDĚLSKÉ UNIVERZITY V PRAZE






*Modrá infrastruktura přispívá k zvýšení obytnosti městského prostoru nejenom zvyšováním vlhkosti a zchlazováním vzduchu.*

*Nahoře schéma tepelného ostrova. Maximální intenzita tepelného ostrova je nad centrem města bez vegetace a stromů. Přítomnost vegetace může intenzitu tepelného ostrova efektivně ovlivňovat. Zdroj: internet (upraveno).*

*Vlevo nahoře: Zesilování tepelného ostrova v Praze (oteplování centra Prahy) odhaluje i porovnání průměrné minimální teploty vzduchu na území Prahy v dekádách 1961–1970 a 2001–2010 (Zdroj: Moravčík, 2015).*

V dřívějších chladnějších dobách bez možnosti moderních způsobů vytápění mohlo být maličko teplejší prostředí města obyvatelům příjemné a rychle odtékající voda přispěla k vyčištění ulic, na kterých byla často vrcholem civilizace pouze povrchová kanalizace.

S rostoucí rozlohou měst se zvyšuje intenzita městského tepelného ostrova a začínají se projevovat jeho negativní dopady. Přesnější by bylo napsat, obyvatelé měst začínají pociťovat jeho negativní projevy, jako je nesnesitelné vedro, poruchy spánku, snížená pracovní výkonnost, snížení vlhkosti vzduchu ve dne a zvýšení v noci, zhoršení provětrávání měst a s tím spojené zvýšené znečištění ovzduší a řada dalších jevů, které obecně způsobují zhoršení kvality životního prostředí měst a snížení kvality života jejich obyvatel. To se obecně projevuje snížením psychické pohody a zvýšením nemocnosti i úmrtnosti zejména u citlivých skupin. Negativním projevům městského tepelného ostrova je vystavována stále se zvětšující část populace lidí na Zemi. Zvyšování podílu světové populace žijící v městském prostředí je celosvětovým trendem, který je nezávislý na ekonomických, sociálních i kulturních charakteristikách jednotlivých států. V současné době na Zemi žije přibližně 7,5 miliardy obyvatel, z nichž každý desátý žije v megaměstě s více než 10 miliony obyvatel, a na Zemi je více než 450 měst s populací větší než milion obyvatel. V roce 2005 žilo ve městech přes 50% světové populace a vědci předpovídají, že v roce 2050 bude 70% lidí žít v metropolích, které budou až o 8°C teplejší. Fenomén městského tepelného ostrova se tedy již nyní týká poloviny obyvatel planety Země a tento podíl se bude dále zvyšovat.

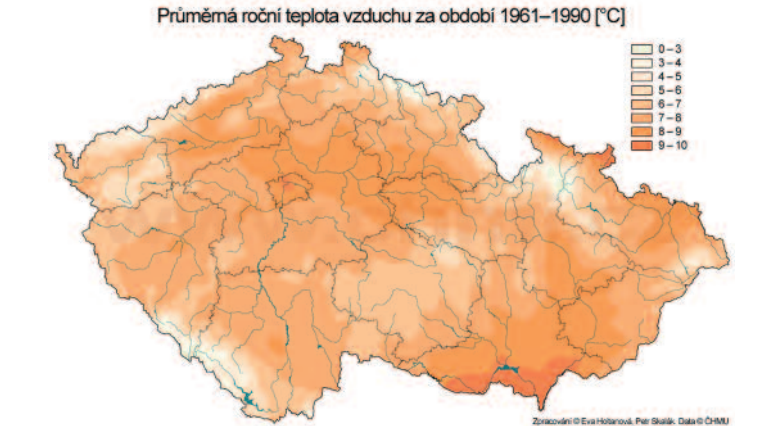


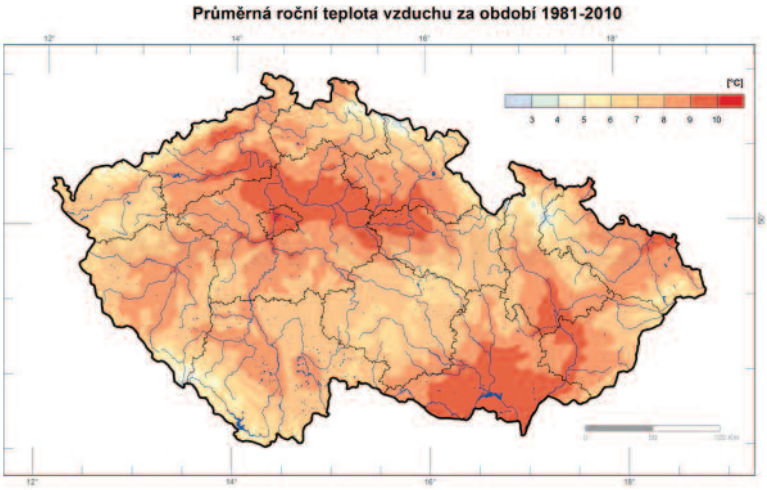
Městský tepelný ostrov musíme vnímat především jako nárůst průměrných denních teplot ve středu urbanizovaných oblastí, nikoliv jako výskyt denních teplotních extrémů, tedy maximálních denních teplot. Maximální denní teploty jsou dosahovány zpravidla mimo městskou zástavbu. Příkladem může být i samotná Praha. V období 1961 až 2013 stoupla průměrná denní teplota v Praze z 9,5°C na 11,5°C, maximální denní teploty byly naměřeny v roce 2012 v Dobřichovicích (+40,4°C) a v roce 1983 v Praze – Uhříněvsi (+40,2°C), tedy na okraji Prahy nebo v jejím blízkém okolí. Výskytu extrémních teplotních hodnot v centrech měst brání právě podmínky vyvolávající fenomén městského tepelného ostrova. Energie slunečního záření je akumulována stavbami, které se postupně ohřívají, a tím brání vzniku teplotního extrému, ale později, v odpoledních, večerních a nočních hodinách, je akumulované teplo postupně vyzařováno, čímž je ohříván stagnující vzduch v ulicích a dochází k výraznému zvyšování celodenních průměrných hodnot teploty vzduchu. Obecně lze projevy městského tepelného ostrova shrnout následovně:

- Průměrné minimální teploty se zvyšují více než denní teplotní maxima.
- Průměrné noční teploty se zvyšují více než průměrné denní teploty.
- V městských oblastech dochází k celoročnímu zvyšování minimálních denních teplot.
- Městský tepelný ostrov způsobuje prodlužování denní teplé periody a zkracování periody nočního ochlazení.



*Intenzitu tepelného ostrova Prahy pomáhá výrazně snižovat systém zeleně s rozsáhlými plochami parků a zahrad.*




Co ovlivňuje vznik městského tepelného ostrova a jeho intenzitu? Tuto otázku si položila řada vědců a jejich výzkum lze shrnout následovně. Vznik tepelného ostrova způsobuje především změna vlastností přirozeného zemského povrchu městskou zástavbou, tedy urbanizací. Výstavba domů v blocích vytváří hrubý nerovný povrch protkaný uličními kaňony, které mají schopnost absorbovat sluneční záření, akumulovat teplo a vytvářet podmínky pro omezení proudění až stagnaci vzduchu. Zastavěné území zamezuje vsakování srážkové vody, urychluje její odtok a znemožňuje její odpar z přirozeného povrchu. Intenzitou městského tepelného ostrova se rozumí rozdíl teplot mezi středem ostrova, zpravidla tedy středem města, a teplotou okolní venkovské krajiny. Čím je rozdíl teplot vyšší, tím je i vyšší intenzita tepelného ostrova. Intenzitu městského ostrova ovlivňuje řada faktorů. Základními faktory jsou velikost zastavěné plochy, barevnost použitých stavebních materiálů, odrazivost povrchů staveb, urbanistická struktura a uspořádání zástavby, podíl ploch krytých vegetací a přítomnost vodních ploch. Důležitým faktorem je i denní doba. Městský tepelný ostrov se nejintenzivněji projevuje ve večerních a nočních hodinách, ráno a během dne se prakticky

*Dlouhodobé průměry teplot vzduchu na území České republiky za období 1981-2010, nejteplejším územím České republiky, s průměrnou roční teplotou 11,5°C se jednoznačně stává centrum Prahy. Zdroj: ČHMÚ*

*Dlouhodobé průměry teplot vzduchu na území České republiky za období 1961-1990, nejteplejším územím České republiky je Jižní Morava. Zdroj: ČHMÚ.*

*Historické části Prahy si hustotou zástavby nezadají s jinými historickými městy a na veřejnou zeleň v úzkých uličkách prostoru mnoho nezbývá.*

- V městských oblastech dochází ve srovnání s okolními venkovskými oblastmi k prodlužování doby trvání horké sezóny.
- Ve městech dochází k prodlužování vegetační sezóny.

Tepelná zátěž vyvolaná fenoménem tepelného ostrova vede ke zvýšení výskytu zdravotních potíží, zvýšené nemocnosti a úmrtnosti citlivých skupin obyvatel, zejména seniorů a lidí s kardiovaskulárními a chronickými respiračními onemocněními. Extrémní teploty snižují efektivnost práce z důvodu zvýšené únavy zaměstnanců, snižují pozornost obyvatel včetně řidičů, což může vést ke zvýšené nehodovosti. Extrémní teploty mohou negativně ovlivnit ekonomickou výkonnost a vést ke snížení kvality života.



nevyskytuje. Intenzitu městského tepelného ostrova ovlivňuje rovněž roční období. Svou kapkou do mlýna přispívá i člověk. Velké množství tepla je uvolňováno do městského prostředí z vytápění budov v zimě a chlazení v létě. K oteplování města přispívá rovněž doprava. Všechny spalovací motory uvolňují značné množství odpadního tepla. Odpadní teplo je uvolňováno i z dalších technologických procesů. A nesmíme zapomenout na samotné lidi. Průměrný nic nedělající muž vyprodukuje každou sekundu 82W, žena 78W, v průměru tedy 80W. To je minimum, zpravidla však něco děláme, a pak se náš energetický výkon zvyšuje. Ne nadarmo se říká, pokud je nám zima, pojďme do houfu. Ve velkých městech je lidí pořádný houf. Je to skoro totéž, jako by v Praze neustále svítil milion sto wattových žárovek. A to není málo.

V současné době se tepelné ostrovy u největších velkoměst projevují rozdílem teplot až 10°C oproti průměrným teplotám okolní krajiny, u středních měst tento rozdíl činí 5°C. V případě hlavního města Prahy je uváděn průměrný rozdíl 2,4°C, přičemž v případě extrémních situací v letním období může být intenzita tepelného ostrova až 6,63°C. Fenomén tepelného ostrova se netýká pouze Prahy a dalších velkých, jako jsou Brno, Plzeň, Hradec Králové, Ústí nad Labem. Jeho výskyt byl doložen i u měst střední velikosti, jako je například Vsetín. Nejteplejší část města Vsetína, která se rozkládá mezi jeho vlakovým nádražím a Dolním náměstí, může být v letním období po západu slunce teplejší o 4 až 6°C v porovnání s okrajovými částmi města. Z pohledu uvedených intenzit tepelného ostrova patří Praha a další česká sídla mezi města s menší až střední intenzitou městského tepelného ostrova. Nic se nemá podceňovat. Situace v České republice se rychle mění. V minulosti platilo, že nejteplejším územím České republiky je Jižní Morava, ale to již neplatí. Za období 1961 až 2000 byl nejvyšší dlouhodobý průměr teploty vzduchu zjištěn v centru Prahy, kde jako na jediném místě v republice překonal dlouhodobý průměr teploty vzduchu hodnotu 10°C.

Vzhledem k oteplování klimatu a nárůstu počtu obyvatel lze očekávat další zvyšování intenzity tepelného ostrova Prahy a dalších velkých a středních měst v České republice, a to především v letní polovině roku. Narůstat budou počty tropických dní (s maximy přes 30 °C) i nocí (minima nad 20 °C), výskyty tropických vln v létech a poklesy počtů ledových dní (dny s celodenními mrazy) v zimě. Vědecké studie předpokládají, že vlivem změny klimatu v období 2015 až 2039 vzroste počet tropických dnů v průměru o 2-6 ročně, a období 2040 až 2060 bude dokonce o 8 až 12 tropických dnů v roce více, než je tomu dnes. Vlivem působení fenoménu městského ostrova bude v centrech měst tropických dnů významně více. Uvedené prognózy se pomalu stávají realitou. V šedesátých letech byly tropické dny a noci spíše vítanou raritou, dnes jsou běžnou obtěžující součástí léta.





*Vodopropustný asfalt umožňuje zasakování srážkové vody do podzemí a tak přispívá k zadržování vody ve městě, ale je rovněž použitelný pro instalaci zajímavých fontán a vodotrysků, které účinně přispívají k ochlazování města.*

Lze omezit vývoj městského tepelného ostrova? Nelze předpokládat, že trendy v České republice se budou radikálně odlišovat od celosvětových či celoevropských trendů. Obyvatelé se budou stále více přesouvat do měst, která se budou stavebně zahušťovat a dále rozšiřovat. Z uvedeného důvodu se bude měnit přirozená struktura zemského povrchu ve prospěch zastavěných ploch podporujících vznik a zesilování intenzity městského ostrova. Stále větší část populace republiky bude vystavena negativním projevům městského tepelného ostrova. Fenomén městského tepelného ostrova nelze zcela eliminovat, ale existuje řada nástrojů, jak jeho působení zmírnit. Nejvíce omezuje fenomén městského tepelného ostrova vegetace se stromy. Parky, uliční aleje, stromořadí a solitérní stromy. Tuto zeleň často označujeme jako zelenou infrastrukturu. Do historické husté městské zástavby však často nelze zelenou infrastrukturu instalovat. Pak přichází ke slovu vertikální zeleň (viz NIKA červen 2017 a NIKA listopad 2017) a střešní zahrady. Důležité je rovněž zadržování vody ve městech. Systémy k zadržení vody označujeme jako modrou infrastrukturu. Zahrnuje vytváření vodních ploch, drobných vodních toků, kašen a vodotrysků. Z architektonického hlediska pomáhá ke zmírnění fenoménu městského tepelného ostrova navrhování studených střech a studených chodníků. Studené střechy jsou konstruovány ze světlých materiálů s vysokou odrazivostí, které umožňují odrážení dopadajícího slunečního záření zpět do atmosféry a brání ohřívání povrchů střech. Studené chodníky používají podobné principy jako studené střechy založené na odrazivosti slunečního záření, ale jsou dále rozšířeny například o použití vodopropustných asfaltů, které umožňují vsakování srážkové vody a později i její odpařování zpět do atmosféry podobně jako povrchy kryté půdou, nebo použití zatravňovacích povrchů parkovišť. Důležitým prvkem omezujícím negativní působení je i urbanismus nově navrhovaných území určených k zástavbě. Nové uliční sítě je nezbytné navrhovat tak, aby bylo umožněno jejich přirozené provětrávání. O možnostech zmírňování účinků městského tepelného ostrova si povíme více v následujících číslech časopisu NIKA.