

Geografické podmínky pro zelenou infrastrukturu měst střední Evropy

Geographical Conditions for Green Infrastructure of Central Europe Cities

Michael Pondělíček

Abstract:

The article deals with the evaluation of conditions for green urban infrastructure (ZI) in Central Europe based on the situation given by the geographical conditions for the establishment and maintenance of urban infrastructure in Central Europe, taking into account other specifics in Central Europe (population density in the city, number of inhabitants in the city). An essential condition for green infrastructure in European cities and for its functioning is the geographical conditions, i.e., the climate zone in which the selected city is located within the continent. Accordingly, as part of adaptation to climate change, it is necessary to support the development of green infrastructure and update what the climatic conditions were and are in the city (principally mainly average temperature, average precipitation, and altitude). Within the framework of the article, the climatic conditions and terrain morphology of selected cities of Central Europe are examined by comparative analysis through the „Indicator of the General Quality of Greenery of Cities“ (OKZM Indicator). As part of the creation and support of a green infrastructure network in cities (which is an important adaptation factor for cities from the perspective of climate change), it is necessary to ensure at least the basic conditions and parameters for the development of green structures in terms of ongoing climate change. It is about the basic parameters of the city environment in terms of water availability in the city, and also in terms of temperature and availability of existing green areas of the city. The article deals with how these conditions for maintenance and vegetation management are defined in the OKZM indicator, as well as how these parameters are reflected in the city environment. In terms of parameters, these are mainly average annual rainfall, average temperatures, altitude (median), and also the availability of greenery in cities. The article provides a view of selected commensurable cities (Munich, Prague, Krakow, Vienna, Budapest, and Berlin) through these parameters evaluated through the OKZM Indicator, and also considers the conditions of cities in terms of population density in cities. The balance sheet and summary indicate in which cities vegetation management is likely to be more efficient and cheaper (Munich and Krakow) and in which cities are better prepared in advance to adapt to climate change in terms of location, climate, and population (Munich and Berlin). It is a simple analysis based on the geographical conditions for the creation and use of the green structure of the city.

Keywords:

Conditions in Cities of Central Europe, green infrastructure of cities, Indicator of General quality of city greenery (Indicator OKZM), conditions for vegetation inside the full inhabited cities

PONDĚLÍČEK, Michael (2023). Geografické podmínky pro zelenou infrastrukturu měst střední Evropy.

In: KUGL, Jiří, ed. *Člověk, stavba a územní plánování 16*. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. pp. 35–46. ISBN 978-80-01-07215-8. ISSN 2336-7687.

Článek je licencován pod licencí Creative Commons BY-NC-ND 4.0 (Uveďte autora-Neužívejte komerčně-Nezpracovávejte 4.0 Mezinárodní). Licenční podmínky: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.cs>

1 Úvod, cíl a metodika práce

Města, zejména ta větší, jejich urbanismus a architekturu můžeme chápat jako nejvyšší projev každé civilizace, jsou průsečíkem ekonomické, sociální a kulturní úrovně dané doby. Města a jejich život se v čase proměňují, a to nejen působením vnitřních sil, ale i vlivů vnějších, člověkem mnohdy jen málo ovlivnitelných nebo zcela neovlivnitelných, jako je přírodní prostředí. Již od nestarších dob se lidé a města, v nichž žili, museli vypořádávat s vnějšími vlivy jako je klima nebo charakter krajiny. Někdy byli úspěšní a město a jeho architektura se pak rozvíjela dál, jindy byli neúspěšní a město upadalo nebo dokonce časem zaniklo. Vývoj stavby měst nám přináší mnoho takových příkladů (zánik Mezopotámských měst, zánik Angkorské nebo Mayské původní říše). Ani města v současnosti nejsou postavena mimo tento „koloběh života“ a i ona a my s nimi se musíme vypořádávat s měnícími se podmínkami a adaptovat se, tedy přizpůsobit. Jednou z velkých změn, před kterou jsme dnes postaveni, a která je široce diskutována a medializována, je otázka dopadů změny klimatu na naši společnost, a samozřejmě také na naše města. (Šilhánková, 2020)

V této souvislosti musíme hned na úvod uvést několik základních pojmů, které se v diskusi o změně klimatu a jejich dopadech nejčastěji vyskytují. Je to především pojem *resilience* (*schopnost vracet změny do původního stavu*), která je obecně definována jako schopnost socioekonomického systému absorbovat stresy způsobené změnou klimatu s tím, že si zachová své základní funkce a bude schopen se rekonfigurovat tak, aby zvýšil svou udržitelnost, a pojem *adaptace* (*přizpůsobení se aktuálnímu stavu*), která je chápána jako provázaný soubor strukturálních a technologických opatření, právních, institucionálních a administrativních nástrojů, tržních nástrojů a lokálních aktivit. (Pondělíček, Bízek, 2016).

Otázky spojené se změnami klimatu, a zejména s globálním oteplováním, navázaly přibližně na přelomu tisíciletí na předchozí diskuse o stavu životního prostředí a udržitelnosti (sustainability). Prvotní reakcí bylo vyhlášení „boje proti změně klimatu“, kterou např. Evropská unie v roce 2010 včlenila do Strategie Evropa 2020, posléze známý program EU – Green Deal. Některé liberálně levicové okruhy přešly k agresivní rétorice, poukazující na „klimatickou krizi“ anebo rovnou katastrofu, byť hodnoty globálního oteplení a ani jeho důsledky zdaleka nejsou ještě na hodnotách z doby okolo roku 1000 n.l.

Ponechme stranou diskusi, zda současná změna klimatu je způsobena člověkem zcela, částečně či vůbec, protože z pohledu architektury a urbanismu tento typ diskuse není klíčový. Naopak klíčová je otázka, jak se města měnícím se podmínkám budou přizpůsobovat, a tedy jak je adaptovat, reagovat a jak budou zvyšovat svou schopnost resilience, tj. jak zvyšovat odolnost vůči objevujícím se nepříznivým vlivům (extrémní jevy a další, jako sucho, povodně, víchr, námrazy apod.).

Cílem této práce je jiný pohled na geografické a klimatické podmínky měst a získání přehledu o kvalitě vybraných středoevropských měst z hlediska podmínek pro rozvoj zelené infrastruktury uvnitř měst a na základě vybraného Indikátoru obecné kvality zeleně měst (Indikátor OKZM) a určení poměrného potenciálu vybraných měst pro další podporu zelené infrastruktury města (indikátor pracuje podobně jako IQ se srovnáváním hodnot mezi sebou).

Pokud chceme srovnávat města ve střední Evropě z pohledu potenciálu péče o vnitřní městskou zeleň, alespoň rámcově mezi sebou, tak musíme použít vhodný indikátor, který sumarizuje nějakým způsobem podmínky ve městech podle vybraných parametrů a umožní tak uchopit i náročnost a vyvolanou nutnost péče o stávající i novou vegetaci nejen na okraji měst. Jak bylo výše uvedeno, adaptační efekt zelené struktury (městské vegetace) se ve městě projeví, pouze pokud je vegetace funkční a využitelná tímto způsobem. Vegetace tak ve městě musí poskytovat funkčně své benefity, jinak

uváděno „ekologické služby“ (stín, půdní vlhkost, změny mikroklimatu, zadržení prachových částic, uvolnění pozitivních silic, aj).

Práce je založena na komparativní analýze vybraných klimaticko-geografických prtvů jako jsou průměrné roční srážky, průměrné teploty, nadmořská výška (resp. její medián), a také o dostupnost zeleně ve městech ve vybraných souměřitelných velkoměstech střední Evropy, a to Mnichova, Prahy, Krakova, Vídně, Budapešti a Berlína a syntéze získaných poznatků do podoby „Indikátoru obecné kvality zeleně měst“ (Indikátor OKZM).

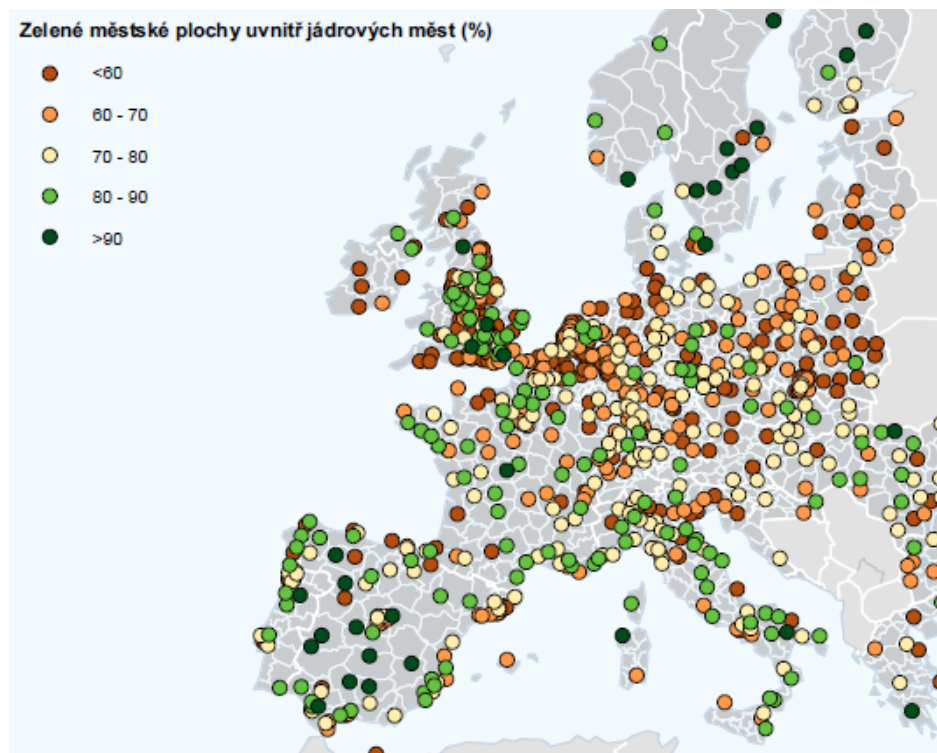
2 Adaptace na vlivy změny klimatu a zelená infrastruktura uvnitř měst

Jedním z často uváděných „receptů“ na městské narušené mikroklima je podle řady odborníků dobře fungující zelená infrastruktura. Zelenou infrastrukturou je nyní v odborné mluvě míněna zejména síť vegetačních prvků, parků a zelených ploch ve městech (doplněná o vodní plochy je pak prezentována jako modrozelená infrastruktura), které jednak zvlhčují mikroklima a udržují jej v pro člověka v lepším stavu a způsobují snesitelnější a stabilnější městské mikroklima (Hora, Stránský, Vítek, 2021). Podobně je již delší dobu vnímána modrozelená struktura měst (v kolektivu výzkumníků ve více univerzitami podpořených projektech a pracích v rámci LCL Ramboll) jako systém provázaných ploch vegetace a vodních prvků, které ovlivňují klima uvnitř města a pozitivně na město působí (Dreiseitl, Wanschura, 2016). Rozvoj této myšlenky je současným aktuálním trendem, na který pak navazují různé metodiky hodnocení kvality zeleně nebo modrozelené infrastruktury využívané v řadě měst. Modrozelená infrastruktura měst v Evropě, tedy soustava městské vegetace a její propojení s povrchovou i podzemní vodou ve městech byla již v minulosti zpracovávána za pomoci různých geografických podkladů také v rámci Tezí politik EU pro tuto oblast zpracovala významný podklad Agentura ESPON, která testovala města v Evropě z hlediska množství měřitelné zeleně v urbánním prostoru a z hlediska jejího přínosu v samostatném materiálu. Signifikantní je, že města v Evropě k testování byla uvažována pouze o velikosti nad 50 tisíc obyvatel a větší, protože podle autorů má toto sledování z hlediska ovlivnění mikroklimatu význam a může vypovídat o rozvoji města.

Důkladněji se zabývají zelenou strukturou měst a regionů i v mimoevropských městech a aglomeracích Gupta a kol. (2012), kde pomocí dálkového průzkumu země identifikují součásti zelené infrastruktury měst (vegetace) a dále pak určují její funkčnost a propojení do sítě se zesílenými účinky. Uvedené má právě velký význam pro poskytování ekologických služeb vegetace městskému urbánnímu prostředí, a také na zlepšení kvality života ve městě, a tedy i urbanity. Kvalita zelené infrastruktury ve městě a její provázanost může potenciálně a za dobrých podmínek přinést vyšší benefity obyvatelům města, jak se ukázalo, mimo jiné i při epidemii Covid 19, tedy v době výrazného omezení pohybu obyvatel měst, které naplnilo městské i předměstské parky a vegetační plochy.

Zelená infrastruktura měst postupně v Evropě získává na obecné podpoře, protože ve stínu vlivů změny klimatu se projevují její vlivy na udržení kvality života ve městech jako zásadní (ESPN, 2020).

Například zeleň jako různé druhy členěné vegetace (parky, aleje, lesoparky, okrasné zahrady, původní sady, pastviny, skalní stepi, vinice, úhory apod.) někdy s řekami a vodními prvky ve větších městech jsou dnes jedním z hlavních faktorů ovlivňujících kvalitu života obyvatel a mikroklima města. Nejbližší souměřitelné město k Praze je z tohoto pohledu pravděpodobně Mnichov, případně Vídeň, ale tam jsou samozřejmě významné odlišnosti jak v poloze, tak ve struktuře města vzniklé v rámci historického vývoje.



Obr. 1 – Přehled měst v Evropě s jádrovými plochami zeleně dle měření programu ESPON
Zdroj: ESPON, 2020 str. 5 dle ESPON GRETA 2018

3 Indikátor obecné kvality zeleně města (OKZM) jako indikátor důležitý pro péči o ZI měst

Indikátor OKZM je založen na uchopení environmentálních gradientů pro převažující druhy městské zeleně (parky, lesoparky, aleje, stromořadí, hřiště), a také je uvažováno, že jde převážně o druhy vegetace, které jsou euryvalentní a orientované na podmínky měst (ekologicky méně náročné a tolerantní) a nikoliv stenovalentní (ekologicky netolerantní).

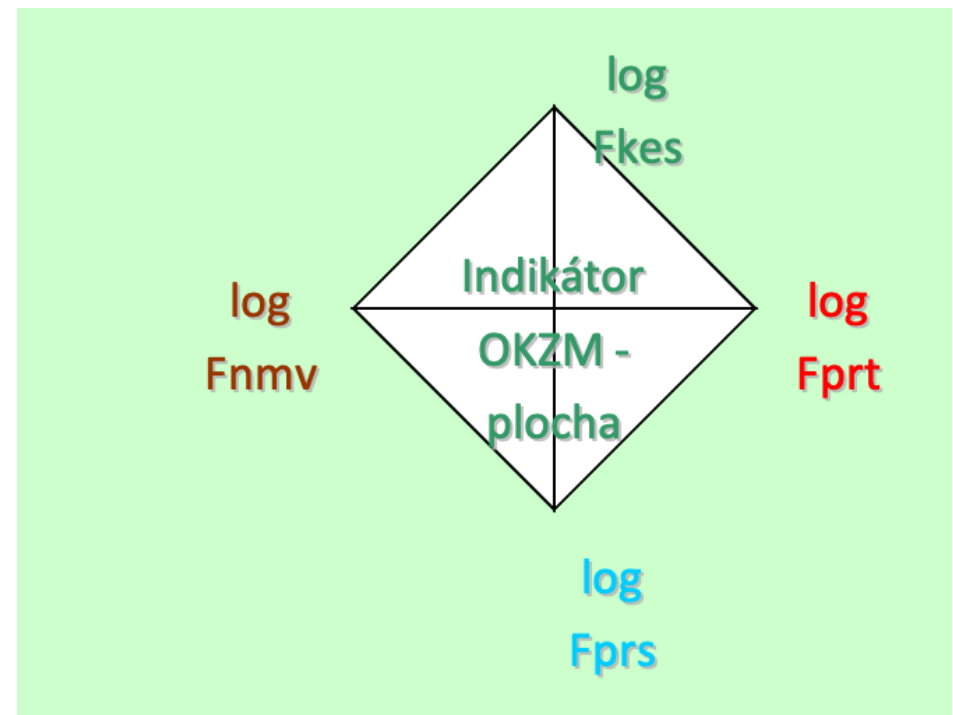
Indikátor je jako celek založen na faktu, že prostředí se skládá z většího množství navzájem se ovlivňujících gradientů (složek – dílů mozaiky) urbánního prostředí, a to jak povahy biotické, tak povahy abiotické, které na vegetaci působí, dochází tak k interakci více faktorů mezi sebou a jejich účinek se v případě zeleně v některých plochách měst může násobit. Tedy například nedostatek srážkové vody je jako faktor významný a v souladu s vysokou teplotou může být jeho účinek vyšší než vliv jenom tohoto faktoru. Účinnost a spolupůsobení faktorů je důležité zejména u vysazování a péče o zeleň v urbánním prostředí, kterým je právě město a jeho biotopy. Proto jsou součástí celkové konstrukce Indikátoru OKZM veličiny popisující základní faktory pro obecně pojatou vegetaci – zeleň ve městech.

Pro řadu měst je navržený Indikátor OKZM určující a poměrným způsobem stanovuje, jak je město ozelenitelné a současně, jak je město de facto přístupné a kvalitní

pro vegetaci z hlediska další péče a údržby. V indikátoru není kalkulována celková péče o kvalitu zeleně (ta závisí do značné míry na finančních prostředcích jednotlivých měst), ale pouze její dostupnost a podmínky pro růstovou politiku stávající i nové vegetace. Údržbu k omezení růstu zeleně nelze tímto indikátorem plně podchytit, protože závisí opět na dalších faktorech (např. ekonomických, sociálních apod.).

Paradoxně lze tedy stanovit, jak snadno se bude zeleň ve městech aplikovat a zavádět, ale jen těžko lze stanovit, jak tuto zeleň bude nutno omezovat nebo udržovat ve stavu odpovídajícím lokalitě, požadavkům a příslušné části města (počty kosení, prořezávek, dosadeb rostlin a dřevin, a také odstranění nevhodných náletových dřevin i bylin). Nelze tedy zcela přesně stanovit, jak snadno se zeleň v rovině kvality uvnitř města bude vyvíjet, dorůstat a dále v daném prostoru náročně nebo efektivně udržovat. Indikátor OKZM jako konstruovaný indikátor je potom skutečným skladebným indikátorem míry „obecné kvality zeleně měst“ a má plošnou vypovídací schopnost založenou na geografických a meteorologických datech.

Indikátor matematicky tvoří plochu mezi čtyřmi osami, na kterých jsou vyneseny logaritmizované hodnoty jednotlivých započtených a vyhledaných složek Indikátoru OKZM. Celková a cílová hodnota indikátoru je dána plošným obsahem výsledného čtyřúhelníku, tvořeného uvnitř čtyřmi trojúhelníky.



Obr. 2 – Schéma indikátoru obecné kvality zeleně ve městech

Legenda: F_{nmv} = nadmořská výška dle evidovaných údajů (uvažován medián nadmořské výšky),
 F_{kes} = v daném případě % plochy zeleně ve městě dle Copernicus Programme,
 F_{prt} = průměrná roční teplota ve městě, dle ČHMÚ a Klimatického atlasu ČR,
 F_{prs} = průměrné roční srážky ve městě – dle ČHMÚ a Klimatického atlasu ČR.
Zdroj: zpracování dle Pondělíček, 2013

Při sběru dat pro Indikátor OKZM ve středoevropských městech došlo u nalezených dat ke generalizaci, kdy byl zvolen medián nadmořské výšky a nejčastěji uvedené hodnoty parametru – např. srážky se ve městech v rámci údajů často liší dle nadmořské výšky, podobně jako průměrná roční teplota.

Pokud je Indikátorem OKZM vnitřní plocha čtyřúhelníku mezi čtyřmi vnesenými veličinami, pak indikátor je specifikován na základě Pondělíček (2013) jako plocha čtyř trojúhelníků, v nichž hrají samozřejmě hlavní roli logaritmy zjištěných hodnot jednotlivých složek indikátoru. Celkový vzorec výpočtu Indikátoru OKZM vyjádřený matematicky pak vypadá následovně:

$$I_{OKZM} = \frac{1}{2} [(\log F_{kes} \cdot \log F_{prt}) + (\log F_{prt} \cdot \log F_{prs}) + (\log F_{prs} \cdot \log F_{nmv}) + (\log F_{nmv} \cdot \log F_{kes})]$$

Celkově jde tedy o obsah čtyřúhelníku tvořeného trojúhelníky. Jak se chová a počítá v praxi daný indikátor, bylo ověřeno v rámci výpočtu modelových hodnot indikátoru pro soubor 70 středně velkých a velkých měst v rámci ČR a na základě využití údajů Českého hydrometeorologického ústavu (roční průměrné srážky a teplota), Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (nadmořská výška v systému Balt po vyrovnání) a Českého statistického úřadu (údaje o zelených plochách k dopočtu koeficientu ekologické stability Kes) (Pondělíček, 2013). Při získávání vybraných geografických i dalších údajů, zejména údajů o zeleni ve městech bylo využito i výstupů z programu Evropské kosmické agentury (Copernicus Urban Atlas, 2023), které mají nadčasové využití a velmi dobrou vypovídací schopnost pro podobné úlohy, které provádí mimo jiné i Agentura ESPON.

4 Výběr lokalit pro porovnání podmínek péče o vegetaci v rámci Evropy

V dalším textu se zabýváme výběrem měst k testování Indikátoru OKZM v rámci středoevropského prostoru, kdy je jako kritérium zvolena podobnost měst, pro srovnatelnost byla vybrána města od jednoho milionu obyvatel, v podobných geografických podmínkách, aby bylo srovnání jednodušší. Města ve střední Evropě, s velikostí okolo jednoho milionu obyvatel nejsou ale ve výskytu tak častá. Je to dáno historickou strukturou střední Evropy, kde v na území Rakousko-Uherského císařství většinou převládala menší až střední města a teprve „země“ měly meptropole, někdy ovšem ani v této podobě metropole nebyla dosti velká (Bratislava, Lublaň, Záhřeb, Linec, Drážďany aj.). Pro potřeby práce byla města vybrána na základě počtu obyvatel a geografické příslušnosti ke střední Evropě (viz Obr. 3).

Pro měření potenciálu nutnosti péče o městskou vegetaci byla vybrána města nejbližší Praze, s počtem obyvatel více než 1 mil. v absolutních číslech a navazujících na středoevropský prostor: Mnichov, Vídeň,

Budapešť, Krakov a Berlín. (Berlín a Krakov jsou okrajová města, ale podléhající podobným schémátům vývoje jako ostatní a jejich vliv na rozvoj Střední Evropy je zřejmý.)



Obr. 3 – Města vybraná k výpočtu IOKZM pro střední Evropu
Poznámka: vybraná města jsou Berlín, Budapešť, Krakov, Mnichov, Praha a Vídeň
Zdroj: Spurný, 2013

Každé město má ale svá prostorová specifika a z pohledu zelené infrastruktury není homogenní, což můžeme dokumentovat na příkladu Prahy. Je značný rozdíl například mezi dnem Vltavské kotliny, jejími svahy a pak také mezi zcela odlišnými plochami dobře odvětraných zvlněných rovin a pahorkatin nad úrovní údolí Vltavy a jejich přítoků. Západní a jihozápadní části Prahy mají v obecné rovině jednak vyšší ekologickou stabilitu, nachází se zde více přírodních lokalit a lesů a také tu jsou důležité aspekty meteorologické, a to deště a vítr, které nejčastěji picházejí z této strany, tato část města je pak lépe odvětraná a má lepší podmínky pro růst vegetace uvnitř urbanizovaných ploch. Stromy tak ve městě stejně jako ve volné krajině mají vhodné plochy a místa a méně vhodné a tomu je nutné podívat také uliční výsadbu. Značnou roli hraje poloha, a to jak vůči slunci, tak i nadmořská výška v které se nachází místo výsadby. Zelená infrastruktura se dostala do města Praha, stejně jako do dalších měst různými cestami, během jejich historického vývoje a v současnosti je rozšiřována rekultivací dalších ploch, včetně méně dostupných svahů, brownfields anebo při likvidaci původních nevýznamných staveb a skladů postindustriálních struktur. Vegetace v ulicích a v centru města přináší benefity pouze pokud je dostatečně funkční. (Chudíček, 2022). Mírou kvality zeleně jsou právě i výše uvedené faktory, jako je množství srážek, nadmořská výška a průměrná teplota, díky kterým může vzrůstat potenciál zeleně ve městě. Jedním z faktorů kvalitního růstu

vegetace a jejího prospívání je také provázanost zelených ploch a propojení určitými městskými strukturami, byť často přerušované. Vegetace ovlivňuje i větší celky území než jen město, jak na příkladu území okolo města Odisha v Indii prokázali místní odborníci prostřednictvím měření množství zeleně v okolí (správní území) s pomocí snímků DPZ z družic LANDSAT (Das a Kumar, 2022)

Roli tedy hraje zároveň i stávající množství ploch zeleně uvnitř města a její dostupnost pro obyvatele. Kvalita města je dnes už často vnímána i v tom, že zeleň města je dostupná více obyvatelům, města s větší hustotou obyvatel tak mají i jistou výhodu z tohoto úhlu pohledu.

5 Data pro Indikátor obecné kvality zeleně ve městech střední Evropy

Nejprve tedy pro konstrukci indikátoru byla zajištěna a využita data z obecného dostupného zdroje statistik o středoevropských městech (Copernicus Programme 2018), což byly údaje o průměrné nadmořské výšce (u vybraných měst byly zkoumány podklady a na základě převažujících údajů zvolen medián nm.v.), průměrné roční teplotě, průměrných ročních srážkách a o procentech množství zeleně v administrativně vymezené ploše města (vhodně to nahradilo v ČR použitý Koeficient ekologické stability a procenta zeleně ve městě byla přepočtena na hypotetických 100 km² plochy města v obecné rovině).

Souhrn zajištěných údajů za uvedená sledovaná města byl vnesen do tabulky, upraven do vhodné podoby a čísla pro výpočet Indikátoru OKZM byla pak logaritmizována (dekadickým logaritmem) do podoby pro výpočet Indikátoru OKZM. Sestavení hodnoty Indikátoru OKZM je poměrně složitý postup, který ovšem přináší výsledky v podobě relativně exaktního hodnocení prostředí větších i menších měst, ovšem je nutné zvolit k výpočtu vhodné a kompatibilní hodnoty a také jejich vhodný datový zdroj.

| Město | Admin. plocha města km ² | Pl. zeleně km ² (abs.) | Pl. Zeleně na 100 km ² | Log 1 | Teplota v °C | Log 2 | Nm. prům. výška v m n. m. | Log 3 | Prům. srážky v mm | Log 4 | Indikátor OKZM |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|--------------|-------|---------------------------|-------|-------------------|-------|----------------|
| 1 Praha | 496 | 178,6 | 36 | 1,56 | 13 | 1,11 | 239 | 2,37 | 480 | 2,68 | 7,3776 |
| 2 Mnichov | 310,7 | 155,4 | 50 | 1,7 | 13 | 1,11 | 520 | 2,71 | 938 | 2,97 | 8,9197 |
| 3 Vídeň | 414,6 | 182,4 | 44 | 1,64 | 9,5 | 0,98 | 200 | 2,3 | 675 | 2,83 | 7,3308 |
| 4 Budapešť | 525,2 | 189 | 36 | 1,55 | 11,2 | 1,05 | 127 | 2,1 | 563 | 2,75 | 6,7725 |
| 5 Berlín | 891,8 | 472,6 | 53 | 1,72 | 12 | 1,07 | 47 | 1,67 | 535 | 2,72 | 6,0678 |
| 6 Krakov | 327 | 186,4 | 57 | 1,75 | 9,2 | 0,96 | 233 | 2,37 | 675 | 2,82 | 7,6091 |

Tab. 1 – Tabulka dat pro výpočet Indikátoru OKZM
Zdroj: vlastní zpracování z dat Copernicus Programme 2018

K výpočtu Indikátoru OKZM posloužila ještě pomocná mezivýpočtová tabulka, která uvádí také mezivýpočty do Indikátoru OKZM a pořadí měst po ukončení výpočtu (relativní), dle hodnoty Indikátoru OKZM vypočtené z výsledků předchozího šetření. Mezivýpočty uvádíme pro potřebu případného přepočtu nebo změny výpočtu některého z parametrů. U Indikátoru OKZM je samozřejmě předběžně zjištěna jistá korelace mezi nadmořskou výškou (jejím mediánem) a průměrnou teplotou, a také mezi průměrnou teplotou a průměrnými srážkami. Na druhou stranu Indikátor OKZM spočívá hlavně

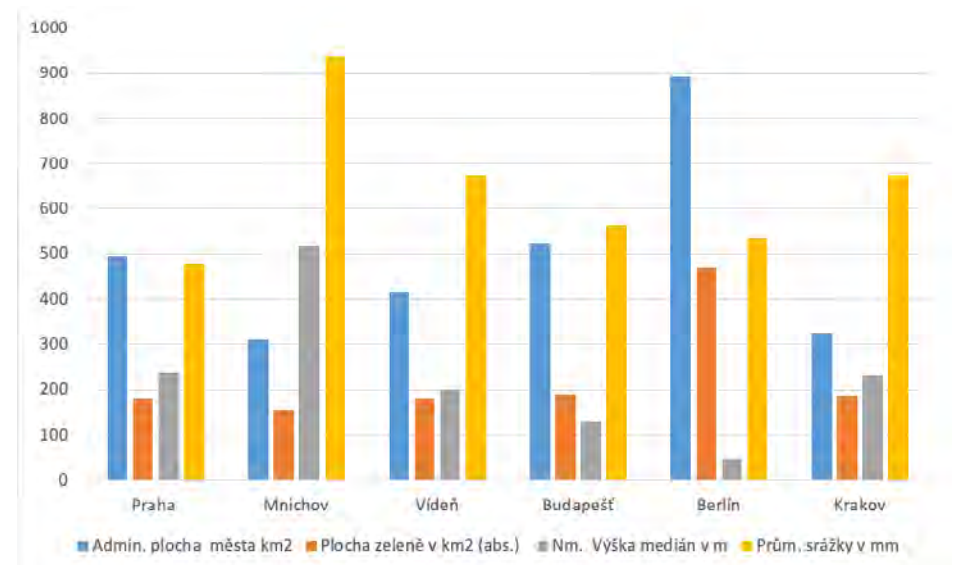
v porovnávání hodnot, a proto korelace mezi nimi uvnitř počítaných čísel pro vypočtené hodnoty Indikátoru OKZM nejsou až tak podstatné.

Pro lepší uchopení přidáváme tabulku předvýpočtových hodnot pro Indikátor OKZM uvedených středoevropských měst vybraných na základě podobnosti a geografické blízkosti.

| Město | Log 1 x log 2 | Log 2 x log 4 | Log 3 x log 4 | Log 3 x log 1 | Součet | Indikátor OKZM | Pořadí |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|----------------|--------|
| Praha | 1,7316 | 2,9748 | 6,3516 | 3,6972 | 14,7552 | 7,3776 | 3. |
| Mnichov | 1,887 | 3,2967 | 8,0487 | 4,607 | 17,8394 | 8,9197 | 1. |
| Vídeň | 1,6072 | 2,7734 | 6,509 | 3,772 | 14,6616 | 7,3308 | 4. |
| Budapešť | 1,6275 | 2,8875 | 5,775 | 3,255 | 13,545 | 6,7725 | 5. |
| Berlín | 1,8404 | 2,9104 | 4,5124 | 2,8724 | 12,1356 | 6,0678 | 6. |
| Krakov | 1,68 | 2,7072 | 6,6834 | 4,1475 | 15,2181 | 7,6091 | 2. |

Tab. 2 – Pomocná tabulka výpočtu Indikátoru OKZM s vypočteným pořadím
Zdroj: vlastní zpracování z dat Copernicus Programme 2018

Pro lepší ilustraci byly vybrány některé parametry stanovených středoevropských měst a provedeno jejich transparentní srovnání prostřednictvím sloupcového grafu, který ukazuje, jak na tom vybraná středoevropská města skutečně v daných rozhodných veličinách jsou.



Graf 1 – Srovnání vybraných parametrů Středoevropských měst ve sloupcovém grafu
Zdroj: vlastní zpracování z dat Copernicus Programme 2018

6 Výsledky a diskuse – pořadí vybraných měst ve střední Evropě z pohledu Indikátoru OKZM

U vybraných šesti měst střední Evropy byl pro potřebu srovnání v oblasti nutné péče o vegetaci na svém území vytvořen výpočet Indikátoru OKZM s pomocí dat z Copernicus Programme a dostupných dalších exaktních zdrojů dat o městech. Na základě tabulkových hodnot a předchozího grafu jsme získali představu, jak jsou města disponována v oblasti srážek, plochy zeleně, nadmořské výšky a dalších. Sebraná data po převodu a přepočtu posloužila k výpočtu Indikátoru OKZM, který na základě geografických, klimatických a dalších údajů ukazuje, jaký má město potenciál z hlediska spontánního růstu městské vegetace. Jde zejména o srovnání měst z hlediska tohoto indikátoru a o stanovení pořadí, které zvýrazní města s lepšími podmínkami pro vegetaci uvnitř města (samozřejmě mimo finanční faktory a další, které mohou město ovlivňovat jinak). Na základě hodnot z výpočtu Indikátoru OKZM bylo stanoveno pořadí sledovaných středoevropských měst (nejvyšší hodnota Indikátoru OKZM odpovídá nejlepšímu podmínkám pro zeleň). Zjištěné pořadí je následující:

1. Mnichov
2. Krakov
3. Praha
4. Vídeň
5. Budapešť
6. Berlín

V žebříčku lze nalézt jistou souvislost mezi kvalitou města, dobou vývoje a stabilitou města a vývoje v historii, také tu hraje významnou úlohu poloha města jeho klima, odpovídající geografické konstelaci hodnot příslušných daným regionům. Je velmi zajímavé, že jako odolné a pro dobrou zelenou strukturu stvořené město je ve střední Evropě vyvolen Mnichov, který se nachází v těsném severním Předalpí, při řece Isar a v poměrně deštivém, chladnějším regionu, který zřejmě poskytuje dobrou příležitost pro dlouhodobý rozvoj zelené infrastruktury ve městě. K tomu je nutno podotknout, že město Mnichov dlouhodobě hledá přírodě šetrná adaptační řešení, která mají vysokou efektivitu v rámci prostoru města.

Pro definitivní posouzení výsledku hodnot Indikátoru OKZM je vhodné podívat se i na urbanitu, hustotu obyvatelstva a velikost měst. Hustota obyvatel a velikost počtu obyvatel celkově naznačí, jak velký přístup k zelené infrastruktuře mají obyvatelé města a jak efektivně je s vegetací nakládáno. Následující tabulka pak může pohled na pořadí z hlediska Indikátoru OKZM mírně změnit, protože potenciál města z hlediska adaptace na vlivy změny klimatu neleží pouze ve dostatku dostupné sítě vnitroměstské zeleně a v podmínkách pro její údržbu, ale i v její dostupnosti obyvatelům.

| Město | Plocha města (km ²) | Počet obyvatel (mil.) | Hustota (obyv./km) | Pořadí |
|----------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|--------|
| Praha | 496 | 1,309 | 2639 | 6 |
| Mnichov | 310,7 | 1,472 | 4738 | 1. |
| Vídeň | 414,6 | 1,897 | 4575 | 2. |
| Budapešť | 525,2 | 1,756 | 3343 | 4. |
| Berlín | 891,8 | 3,645 | 4087 | 3. |
| Krakov | 327 | 0,865 | 2645 | 5. |

Tab. 3 Tabulka přepočtu hustoty obyvatel – doplněk k dostupnosti vegetace
Zdroj: vlastní zpracování z dat Copernicus Programme 2018

Výstupem z výše uvedené tabulky je konstatování, že Indikátor OKZM může přispět k efektivitě péče o vnitroměstskou vegetaci, protože hustota obyvatel vyžaduje i koncentrovanější péči o veřejné prostory a tím i o zelené prostory města a umožňuje uvažovat o lepším rozvržení prací s vegetací ve městech s menší hustotou, respektive úvaha o hustotě městského obyvatelstva může lépe stanovit priority v péči o zeleň.

7 Závěr

V rámci otázky, kterou jsme si dali na začátku této práce, tedy určit jaké podmínky jsou pro rozvoj zelených struktur ve zvolených městech střední Evropy, a také jak nahrávají stabilitě, efektivitě péči o město a potenciálu pro rozvoj, byl vypočten Indikátor OKZM pro uvedená vybraná města a posloužil nám jako orientační nástroj mezi hodnotami geografických, klimatických a dalších podmínek měst. Po započtení hustoty obyvatel ve městech se ukázalo, že podmínky města mohou hrát poměrně významnou úlohu v kvalitě zeleně v prostoru města, a také v souvislosti se schopností měst adaptovat se na vlivy změny klimatu.

Pro určení pořadí měst v rámci geografických podmínek byl k posouzení vybrán mírně upravený Indikátor obecné kvality zeleně měst (Pondělíček, 2013), kde některé hodnoty byly přepočteny nebo mírně upraveny. Jako doplňkové korektivum posouzení velikosti měst a jejich péče o vegetaci byla posouzena hustota obyvatel ve městech, a také počet obyvatel města.

Díky tomuto způsobu posouzení byl poměrně sofistikovaně posouzen stav vybraných parametrů města rozhodujících do značné míry o kvalitě a funkčnosti vegetace a zelené infrastruktury měst. Jako rozhodující parametry byly už v rámci skladby indikátoru zjištěny průměrné teploty, průměrné srážky a také množství rozsah ploch zeleně uvnitř měst (dle Copernicus Programme) a nadmořská výška (geografický údaj upravený na medián). Na základě uvedených údajů byl pro každé město zkonstruován uvedený výpočet Indikátoru OKZM, který je uveden výše v tabulce.

Z hlediska výstupů byl překvapující výsledek, že města s dobrými, až vynikajícími podmínkami pro rozvoj ZI jsou Mnichov a Krakov, která mají provázanost na relativně blízké horské masivy, vyšší srážky a s tím spojenou vyšší kvalitu zelených struktur města celoročně. Krakov a Mnichov jsou současně sice sekundárními, ale výraznými centry svých větších regionů s vysokou koncentrací inteligence a znalostí. Praha na pozadí těchto měst má podmínky spíše průměrné, byť z hlediska historie vývoje zeleně ve městě je hodnocená v rámci Evropy velmi dobře (ESPO, 2020), z pohledu hustoty obyvatelstva však kvalita zelených struktur města nedopadá úplně dobře.

Z pohledu hustoty obyvatel ve městech můžeme nahlížet na města pod úhlem intenzity využití ploch obyvateli ve městě, a tedy potenciálu pro podporu dalšího rozvoje zelených struktur, kdy města Mnichov, Vídeň a Berlín vynikají z hlediska využívání ploch zeleně ve městě významně lépe, než zmiňovaný Krakov a Praha, které mají hustotu obyvatel relativně nízkou.

Na závěr lze shrnout, že kvalita vnitroměstských vegetačních ploch využitých pro zelenou infrastrukturu ve městech střední Evropy je dána cílenou péčí měst o využívané plochy a geografické podmínky mohou kvalitě vegetace významně napomáhat, nikoliv ji přímo tvořit (Dreiseitl a Wanschura, 2016), kvalitu vytváří až právě cílená a trvalá péče a financování rozvoje zelených sítí města.

Literatura

- Copernicus Urban Atlas* [online] Copernicus Programme 2018 [cit. 7.2.2023] Dostupné z <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>
- DREISEITL Herbert a Bettina WANSCHURA. Strengthening the blue-green infrastructure in our cities [online] LCL – Ramboll, Singapore, 2016 [cit. 7.2.2023] Dostupné z: <https://ramboll.com/-/media/38fc23d12a5d47dcb7b3821716d69270.pdf>
- HORA David, David, STRÁNSKÝ a Jiří VÍTEK. *Hospodaření dešťovou vodou pro pracovníky HMP a M.Č. Praha* [online] přednáška, Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze 2022, [cit. 7.2.2023] Dostupné z: <https://youtu.be/dXaNdc3Qma0>
- CHUDÍČEK, Martin (ed.). *Praha adaptovaná*. Praha: Architekti bez hranic a Arnika, 2022, ISBN 978-80-907623-2-9 (Architekti bez hranic, z.s.) ISBN 978-80-88508-00-7 (Arnika, z.s.).
- ESPON. *Zelená infrastruktura v urbánních oblastech – TEZE POLITIK*. [Brno:] ÚÚR 2020, ISBN: 978-80-87318-99-7. Dostupné z: <https://www.uur.cz/media/gyyjvg4/2021-01-espon-zelena-infrastruktura.pdf>
- Gupta Kshama a kol. *Urban Neighborhood Green Index – A measure of green spaces in urban areas in Landscape and Urban Planning*, Vol. 105, Is. 3, 2012, pp. 325-335, ISSN 0169-2046, Dostupné z <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.01.003>
- Das Madhusudan a Kumar Santosh. Assessment of Blue-Green Infrastructure Index; A Case Of Odisha in *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, Vol. 4, Is. 8, 2022, e-ISSN: 2582-5208. Dostupné z: https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper/issue__8__august__2022/29062/final/fin__irjmets1659527656.pdf
- PONDĚLÍČEK Michael. *Zeleň v urbánním prostoru jako indikátor kvality života města*. Disertační práce. Brno: Fakulta architektury VUT v Brně, Ústav urbanismu, 2013.
- PONDĚLÍČEK, Michael, BÍZEK, Vladislav (eds.). *Adaptace na změnu klimatu*. Hradec Králové: Civitas per Populi, 2016, ISBN 978-80-87756-09-6.
- SPURNÝ, Libor. Střední Evropa – obecná charakteristika in *Informatika a digitální technika*, 2013, Dostupné z: <https://docplayer.cz/2850434-Stredni-evropa-prirodni-podminky.html>
- ŠILHÁNKOVÁ Vladimíra. *Změny životního prostředí a jejich vliv na rozvoj či úpadek měst*, text pro odbornou rozpravu k doktorské práci. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2020.

Informace o autorovi

Mgr. Michael Pondělíček, Ph.D.

Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra urbanismu a územního plánování

Michael.pondelicek@cvut.cz