

Vyhodnocení stavu zeleně Slavkov u Brna



Autoři:

Mgr. Daniel Bicák
Mgr. Lenka Foltýnová, Ph. D.
Ing. Miloslav Kaláb
Mgr. Petr Klimeš
Mgr. Jan Labohý

21. května 2026



Spolufinancováno
Evropskou unií



AGENTURA OCHRANY
PŘÍRODY A KRAJINY
ČESKÉ REPUBLIKY

1 Klimatické podmínky: současnost a budoucí scénáře	3
2 Metodika UpGreen	4
2.1 Segmentace	4
2.2 Produktivita	4
2.3 Stres	5
2.4 Kapacita přežití	6
2.5 Zdroje dat	7
3 Výsledky analýzy	9
3.1 Seznam mapových výstupů	9
3.2 Celé území	11
3.3 Produktivita	12
3.4 Stres	14
3.5 Kapacita přežití	16
3.6 Kritická území	18
3.7 Závěr	19
4 O zeleni obecně	22
4.1 Ekosystémové služby	22
4.2 Stres	23
4.3 Vodní režim rostlin	24
4.4 Nová zeleň	26
4.4.1 Výsadba stromů pro ochlazování a stínění	26
4.4.2 Zelené fasády a vertikální zeleň	26
4.4.3 Zelené střechy	26
4.4.4 Kapesní parky a městské lesy	27
4.4.5 Podpora a dotace	27



ÚVOD



Klimatické podmínky:

současnost a budoucí scénáře

Město Slavkov u Brna, ležící v Jihomoravském kraji v České republice, se nachází v oblasti s teplým mírným klimatem s relativně nízkými srážkami a výraznými teplotními rozdíly mezi ročními obdobími. Průměrná roční teplota činí přibližně 9,4 °C.¹ Zimy mohou být chladné, přičemž průměrné lednové teploty se pohybují kolem -1,1 °C. Léta jsou naopak teplá až horká – červencové průměry dosahují přibližně 20 °C a průměrná denní maxima přesahují 25 °C.

Roční úhrn srážek ve Slavkově je poměrně nízký, pohybuje se okolo 560 mm, přičemž většina srážek spadne mezi květnem a srpnem. Nejnižší úhrny srážek bývají v lednu a únoru, zatímco nejvíce prší obvykle v červnu a červenci.¹

S ohledem na budoucí vývoj klimatických podmínek projekce ukazují, že Česká republika, včetně jižní Moravy, bude čelit vyšším teplotám, delším obdobím sucha a intenzivnějším srážkám při příchodových deštích. Podle dat Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a klimatických scénářů CzechGlobe lze do konce 21. století očekávat nárůst průměrné teploty až o 2 °C.²

To znamená, že Slavkov bude s největší pravděpodobností čelit delším a intenzivnějším obdobím horka během léta, s větším počtem dnů, kdy denní teploty překročí 30 °C. V některých scénářích se počet tropických dnů může zvýšit ze současných 11 na více než 30 ročně již kolem roku 2050.³ Současně se očekává vyšší pravděpodobnost výskytu sucha v letních měsících, zatímco zimy budou mírnější, s častějšími dešti místo sněhu.

Současné klimatické podmínky ve Slavkově jsou příznivé pro většinu mírně klimatických druhů stromů. To se však v budoucnu může změnit. Životní cyklus stromu často přesahuje časový horizont klimatických scénářů, a proto je zásadní při plánování městské zeleně uvažovat v dlouhodobém horizontu. Nejvýznamnější změny, které mohou ohrozit zeleň i kvalitu života obyvatel, zahrnují především vyšší počet tropických dnů a nerovnoměrné rozložení srážek s důrazem na suchá léta. Proto je nezbytné upřednostňovat výsadbu druhů odolných vůči suchu a horku, aby město zůstalo obyvatelné a příjemné i v budoucích klimatických podmínkách.

¹<https://www.chmi.cz/namerena-data/historicka-data/uzemni-teplota-a-srazky>

²<https://www.klimatickazmena.cz/prumerna-rocni-teplota-vzduchu-v-grafu/>

³<https://www.klimatickazmena.cz/pocet-tropickych-dni-v-grafu/>

Metodika UpGreen

Segmentace

Na základě infračervené složky spektra, která odpovídá přítomnosti chlorofylu, jsou pomocí strojového učení (U-Net Neural Networks) identifikovány koruny stromů. Následně jsou vyfiltrovány pouze koruny s obsahem větším než 30 m². Pokud je v místě k dispozici digitální model povrchu a terénu, jsou filtrovány keře, které mají výšku nižší než 5 m.

Produktivita

Produktivita odráží množství (koncentraci) chlorofylu v každé koruně stromu. Základní funkcí tohoto zeleného pigmentu v listech je fotosyntéza, čili přeměna vzdušného anorganického uhlíku na organické uhlíkaté sloučeniny – cukry. Tyto cukry potom strom dále využívá pro stavbu svých pletiv nebo jako zásobní zdroj energie. Strom, který má málo chlorofylu, fotosyntetizuje málo a ztrácí tím své základní ekosystémové funkce: sekvestraci uhlíku, chladicí efekt a ve svém důsledku i estetickou funkci. Neroste nebo roste jen velmi málo, nemá dostatek zásobních látek a tím pádem je výrazně zranitelnější v případě extrémních výkyvů počasí.

Další důležitou funkcí chlorofylu je ochrana pletiv před působením stresorů, například chrání před oxidativním stresem, pomáhá regulovat teplotu listu odrazivostí záření nebo slouží k syntéze dalších ochranných látek.

Produktivita v sobě tedy kombinuje informaci o akutním stresu, množství listů a jejich zdravotním stavu.

Pro zhodnocení stavu produktivity je využíván vegetační index EVI (=Enhanced Vegetation Index), který je vyhodnocený pro každý strom (segment) zvlášť. Ze satelitních dat jsou extrahovány časové řady průběhu EVI. Vyhodnocen je následně integrál EVI mezi začátkem a koncem hlavní růstové sezóny.

Interpretace produktivity je následující:

- Žádná: stromy pokácené, silně prořezané, se zhoršenou vitalitou a zdravotním stavem, silně stresované, odumírající;
- Velmi nízká: stromy prořezané, se zhoršenou vitalitou nebo zdravotním stavem, stresované, staré, s minimálním nebo žádným přírůstkem;
- Nízká: stromy rostoucí v suboptimálních podmínkách, s lehce zhoršenou vitalitou nebo zdravotním stavem, stresované, staré, s minimálním přírůstkem;

- Průměrná: stromy rostoucí v optimálních podmínkách, s mírným stresem, se standardním přírůstem;
- Vysoká: stromy rostoucí v dobrých podmínkách, bez stresu, zdravé, vitální, s nadstandardním přírůstem;
- Velmi vysoká: stromy zpravidla v zapojeném porostu, bez stresu, zdravé, vitální, s výrazným přírůstem.

Pokud produktivita neodpovídá vyhodnocené úrovni stresu – čili silně stresovaný strom, který se jeví výrazně zelený nebo velmi málo produktivní strom, který není stresovaný – strom by měl zkontrolovat pracovník správy zeleně. Takový strom může mít sníženou vitalitu nebo brzy začít odumírat.

Systém není schopný detekovat stromy mrtvé nebo se zbytkovou vitalitou. U takových stromů je detekovaný zpravidla podrost. Červené, růžové a bílé kultivary listnatých stromů a neidentifikované jehličnany jsou obvykle chybně zařazeny do nižších kategorií produktivity (z důvodu nižšího obsahu chlorofylu v asimilačních orgánech) i přesto, že mohou být v dobrém stavu. Naopak, chybně identifikované listnaté stromy mohou dle dat vykazovat vyšší kategorii produktivity, než jak je tomu ve skutečnosti.

Produktivita je spojitá bezrozměrná veličina nabývající hodnot přibližně od -1 do 1. Hraniční hodnoty pro kategorizaci produktivity byly odvozeny od optimálního rozložení kategorií vitality ve zdravém městě s celkově mírným nebo žádným stresem. Kategorizace vychází z předpokladu, že každoročně odumře 1

- Žádná: $< -0,754$
- Velmi nízká: $-0,754 - -0,553$
- Nízká: $-0,553 - -0,261$
- Průměrná: $-0,261 - 0,082$
- Vysoká: $0,082 - 0,273$
- Velmi vysoká: $> 0,273$

Stres

Stresem rozumíme podmínky prostředí, které překročí hranice optima pro daný druh. Rostliny mají mechanismy, jak se s krátkodobým působením stresu vyrovnat, při dlouhodobém působení ale může zvýšený stres vést k postupnému snížení vitality. Například se může jednat o sucho, horko, zasolení půdy, znečištění ovzduší, zhutnění půdy, nedostatek prostoru pro růst kořenů, trvalé zastínění nebo světelný smog. Všechny tyto faktory působí souběžně a čím více se jich sejde, tím fatálnější důsledky to může mít. V kombinaci s faktem, že ve městech bývají

nezřídka vysazovány druhy, které mají své optimum životních podmínek daleko za hranicemi podmínek, ve kterých se nacházejí, je přirozeným důsledkem výrazně kratší doba dožití.

Úroveň stresu je počítaná jako kompozitní parametr skládající se ze tří kritérií s rovnoměrnými váhami: dlouhodobý stres suchem, stres horkem a ostatní zdroje stresu aproximované podle vzdálenosti od silnice a intenzity dopravy.

Stres suchem počítá s vlhkostí vzduchu (VPD = Vapor Pressure Deficit), která je hnací silou transpiračního toku (a tím pádem ztrát vody), a s množstvím srážek, které slouží pro odhad zásoby vody v půdě. Všechna kritéria jsou uvažována v dlouhodobém horizontu, aby bylo možné zhodnotit obecné podmínky pro konkrétní strom v daném místě. Strom je považovaný za stresovaný suchem, pokud je splněno alespoň jedno z následujících pravidel:

- denní maximum VPD překročí 8 hPa alespoň 21krát během hlavní růstové sezóny,
- vyskytne se alespoň 14 dní dlouhá perioda bez deště (srážky <0.5 mm/den)
- suma srážek za předcházejících 30 dní dosáhne maximálně 10 mm

Stres horkem je vyhodnocen na základě povrchové teploty (LST = Land Surface Temperature): pokud LST přesáhne 40 °C během alespoň 7 dní v rámci hlavní růstové sezóny, pak je strom považovaný za stresovaný horkem.

Vzdálenost od silnice může sloužit jako indikátor různých zdrojů stresu, jako jsou: znečištění vzduchu, světelný smog, nedostatečný prostor pro růst kořenů, zhutnění půdy, dostupnost vody v půdě, zasolení půdy nebo znečištění půdy těžkými kovy. Vyhodnocovány jsou tři zóny bufferu (10 m, 50 m a 100 m). Každá zóna je zkontrolována na přítomnost silnice a jsou přiřazeny body podle úrovně dopravy a zóny. Každá silnice je započítána pouze pro nejmenší zónu, ve které je přítomna.

Hodnoty stresu jsou následně kategorizovány do 5 kategorií podle hodnoty vypočteného indexu:

- Žádný: 0–0,75
- Nízký: 0,76–1,25
- Střední: 1,26–1,75
- Vysoký: 1,76–2,25
- Extrémní: >2,25

Kapacita přežití

Kapacita přežití udává aktuální potenciál stromu dlouhodobě prosperovat v nezměněných podmínkách. Dlouhodobý stres snižuje vitalitu a zkracuje život stromu, zároveň stromy s již sni-

ženou vitalitou silněji reagují na zvýšený stres. Jedná se proto o index sestávající z kombinace aktuálních stresových faktorů a produktivity. Pro minimalizaci rizik a nákladů spojených s odumíráním stromů je vhodné zaměřit péči na jedince v kategoriích *Zranitelný* a *Ohrožený*.

Hodnocené kategorie trendu jsou:

- Prosperující: ve výborném stavu, schopný odolávat stresu a udržovat produktivitu s minimálními obtížemi;
- Odolný: má silnou schopnost vyrovnat se se stresem a udržet si svou funkci i v obtížných podmínkách;
- Stabilní: schopnost přežití je střední, ale jedinec není v optimálních podmínkách. Má velkou šanci na přežití, i když může čelit problémům;
- Zranitelný: schopnost přežití je nízká, ale bezprostředně nehrozí kolaps. Existují rizika a jedinec je zranitelný vůči vnějším vlivům;
- Ohrožený: schopnost přežití je kriticky nízká, hrozí selhání nebo kolaps.

Zdroje dat

- CIR ortofoto,
- ZABAGED - digitální model reliéfu,
- ZABAGED - digitální model povrchu,
- PlanetScope (8 bandů, denní záznam, 3,7 m),
- Landsat 8–9 (30 m rozlišení, záznam v 8 denním intervalu),
- ERA5 - Land,
- OpenStreetMap Roads.

VÝSLEDKOVÁ ČÁST

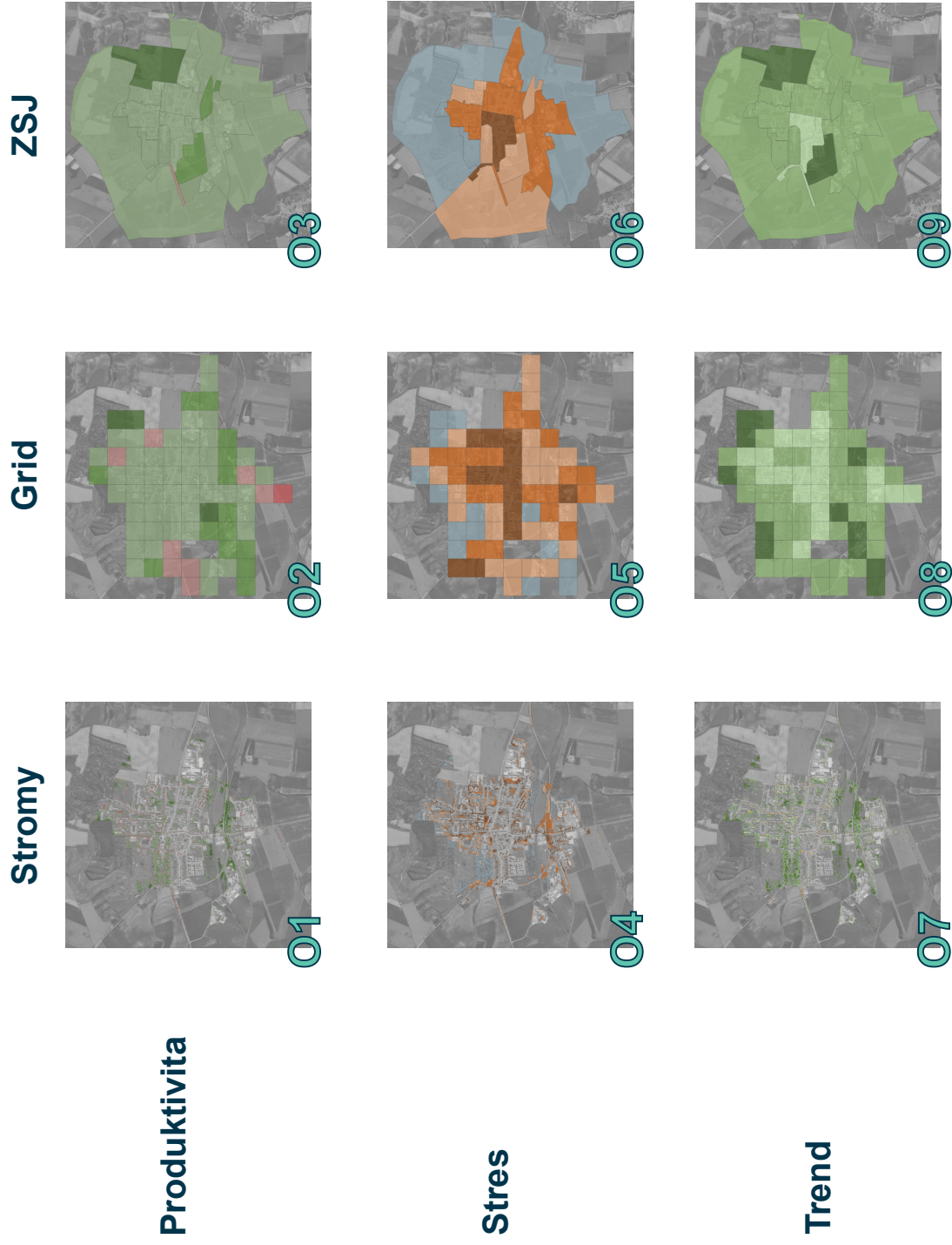


Výsledky analýzy

Seznam mapových výstupů

- **O1_productivity_trees.pdf** Vrstva segmentů zobrazující produktivitu jednotlivých stromů v kategoriích Žádná, Velmi nízká, Nízká, Průměrná, Vysoká, Velmi vysoká.
- **O2_productivity_grid.pdf** Gridová vrstva agregující segmenty. Zobrazuje průměrnou produktivitu stromů v kategoriích Žádná, Velmi nízká, Nízká, Průměrná, Vysoká, Velmi vysoká.
- **O3_productivity_units.pdf** Vrstva agregující segmenty. Na úrovni administrativních jednotek zobrazuje průměrnou produktivitu stromů v kategoriích Žádná, Velmi nízká, Nízká, Průměrná, Vysoká, Velmi vysoká.
- **O4_stress_trees.pdf** Vrstva segmentů zobrazující úroveň stresu jednotlivých stromů v kategoriích Žádný, Nízký, Střední, Vysoký, Extrémní.
- **O5_stress_grid.pdf** Gridová vrstva agregující segmenty. Zobrazuje průměrnou úroveň stresu stromů v kategoriích Žádný, Nízký, Střední, Vysoký, Extrémní.
- **O6_stress_units.pdf** Vrstva agregující segmenty. Na úrovni administrativních jednotek zobrazuje průměrnou úroveň stresu stromů v kategoriích Žádný, Nízký, Střední, Vysoký, Extrémní.
- **O7_trend_trees.pdf** Vrstva segmentů zobrazující trend produktivity jednotlivých stromů v kategoriích Prosperující, Odolný, Stabilní, Zranitelný, Ohrožený.
- **O8_trend_grid.pdf** Gridová vrstva agregující segmenty. Zobrazuje průměrný trend produktivity stromů v kategoriích Prosperující, Odolný, Stabilní, Zranitelný, Ohrožený.
- **O9_trend_units.pdf** Vrstva agregující segmenty. Na úrovni administrativních jednotek zobrazuje průměrný trend produktivity stromů v kategoriích Prosperující, Odolný, Stabilní, Zranitelný, Ohrožený.

Přehled jednotlivých mapových výstupů dodaných ve formátu PDF je uveden na obrázku 1.

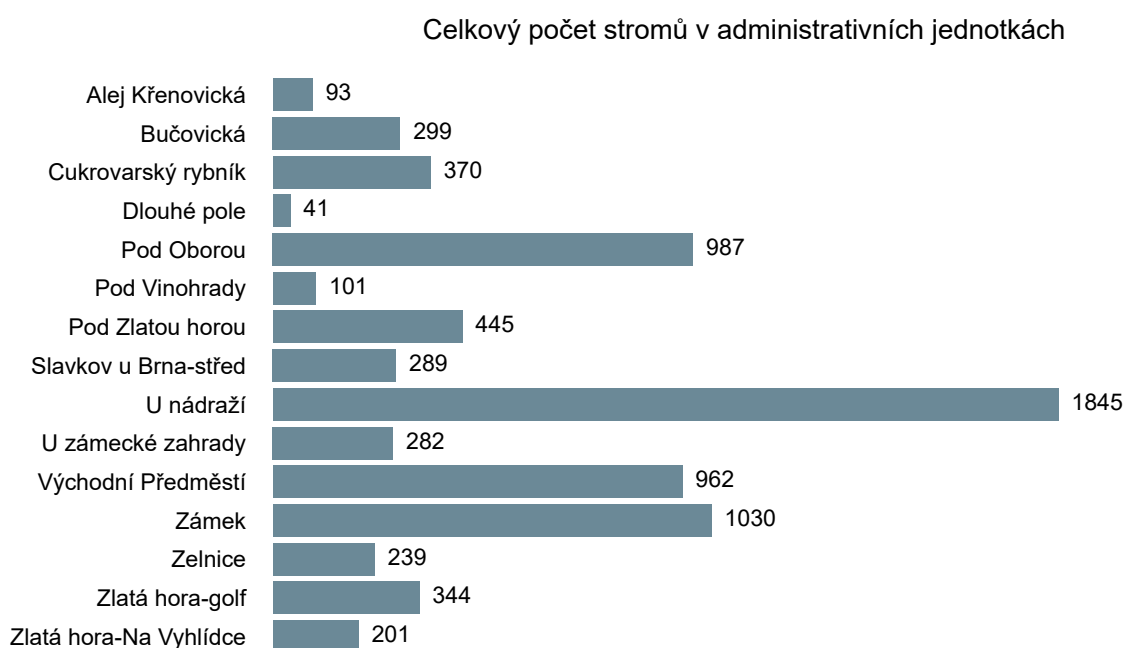


Obrázek 1: Přehled jednotlivých mapových výstupů dodaných ve formátu PDF

Katastr obce Slavkov u Brna je rozdělen na 15 základních sídelních jednotek (ZSJ). Výstupy z analýzy stavu zeleně jsou zpracovány pro ZSJ a jednotlivé stromy zobrazené v souhrnech. Výsledky jsou představeny pro každý hodnocený ukazatel stavu zvlášť.

Celé území

V rámci celého analyzovaného území bylo identifikováno 7 528 stromů s korunou větší než 30 m². V grafu na obrázku 2 jsou uvedeny celkové počty identifikovaných stromů v jednotlivých administrativních jednotkách. Statistika zahrnuje všechny stromy bez ohledu na to, zda se nachází na soukromém pozemku nebo je ve správě obce. Jednotky s nejnižším počtem stromů na hektar v zastavěné části obce jsou Bučovická (8 stromů/ha), Zelnice (9 stromů/ha) a dále pak U zámecké zahrady a Slavkov u Brna-střed s méně než 15 vzrostlými stromy na hektar. Jednotka s nejvyšší hustotou stromů je Zámek (51 stromů/ha), z obytných jednotek je to Pod Oborou s 23 vzrostlými stromy na hektar.



Obrázek 2: Celkové počty identifikovaných stromů v jednotlivých administrativních jednotkách

Tabulka 1 udává celkové počty stromů v jednotlivých kategoriích produktivity a stresu, tabulka 2 udává procentuální zastoupení.

Tabulka 1: Celkové zastoupení analyzovaných stromů v kategoriích produktivity a stresu

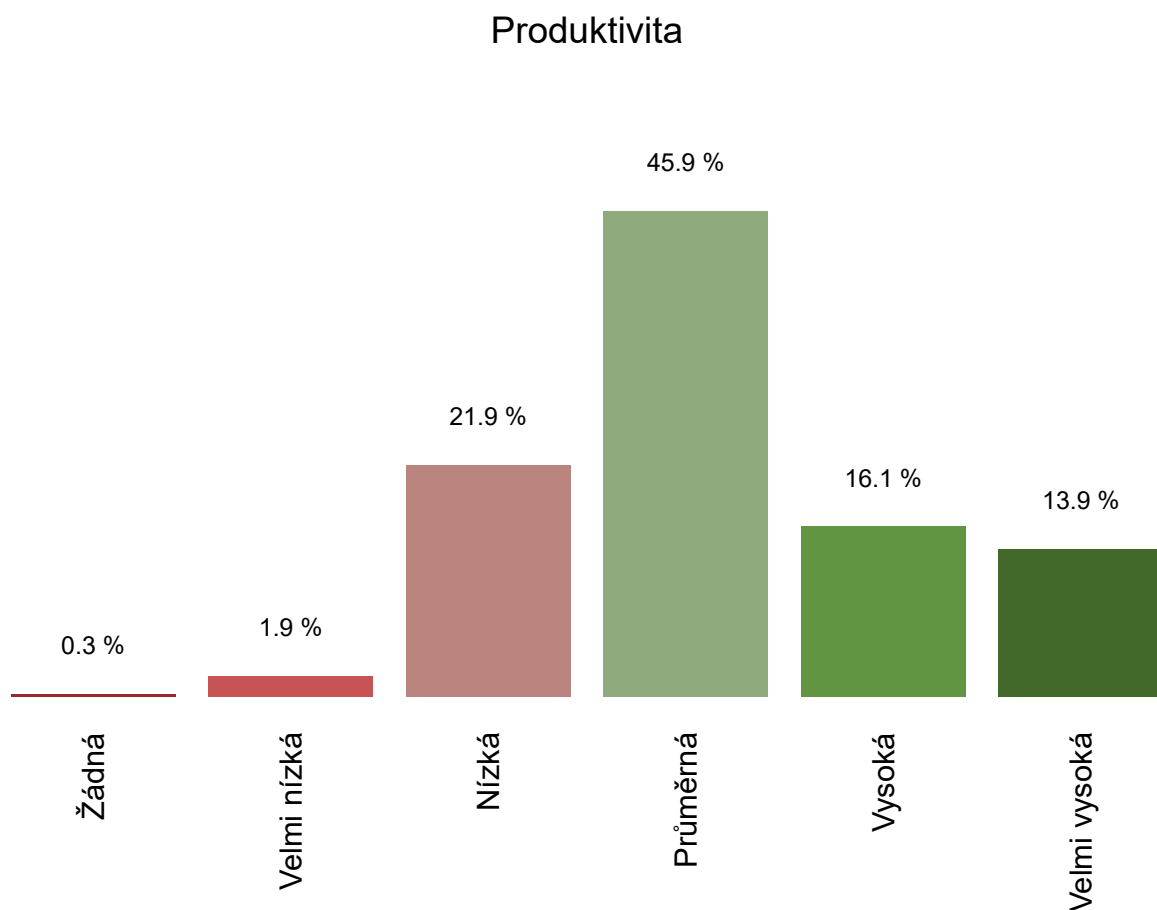
Úroveň produktivity	Úroveň stresu					Celkem
	Žádný	Nízký	Střední	Vysoký	Extrémní	
Velmi vysoká	0	415	304	291	36	1046
Vysoká	0	473	279	342	116	1210
Průměrná	0	1047	768	903	737	3455
Nízká	0	227	349	463	610	1649
Velmi nízká	0	6	41	33	65	145
Žádná	0	1	5	6	8	20
Total	0	2169	1746	2038	1572	7525

Tabulka 2: Procentuální zastoupení analyzovaných stromů v kategoriích produktivity a stresu

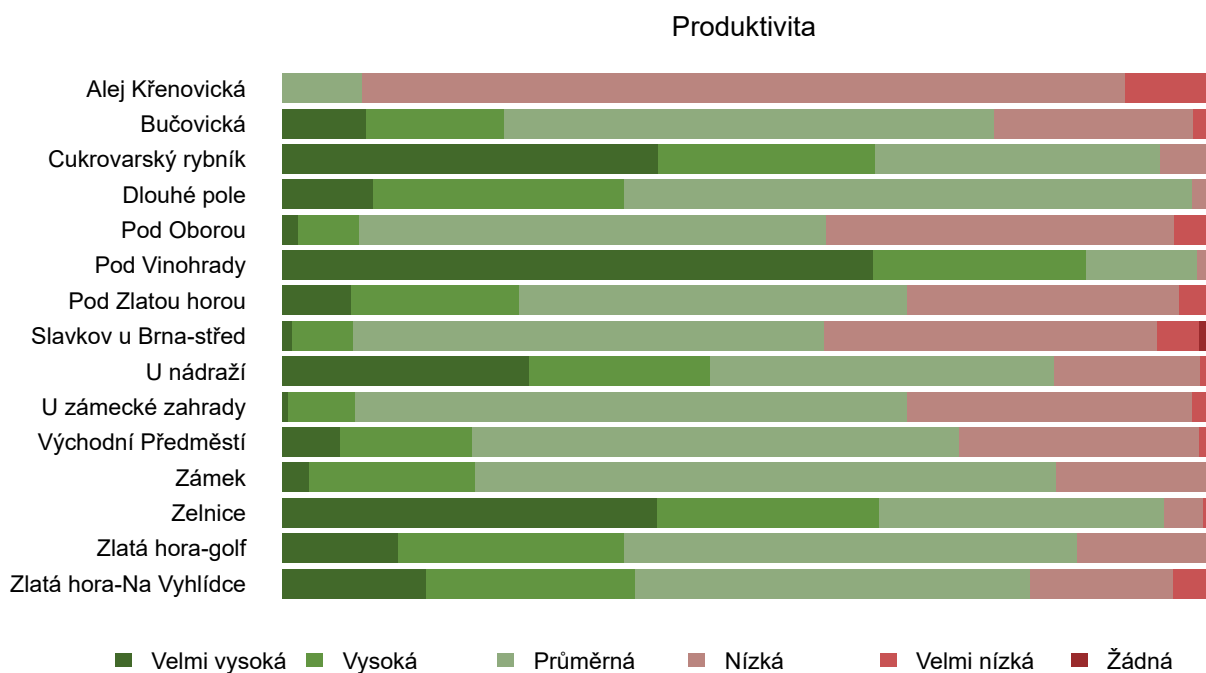
Úroveň produktivity	Úroveň stresu					Celkem
	Žádný	Nízký	Střední	Vysoký	Extrémní	
Velmi vysoká	0	5.5	4.0	3.9	0.5	13.9
Vysoká	0	6.3	3.7	4.5	1.5	16.1
Průměrná	0	13.9	10.2	12.0	9.8	45.9
Nízká	0	3.0	4.6	6.2	8.1	21.9
Velmi nízká	0	0.1	0.5	0.4	0.9	1.9
Žádná	0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3
Total	0	28.8	23.2	27.1	20.9	100.0

Produktivita

Na celém území je 24 % stromů s podprůměrnou produktivitou, z nichž 9 % tvoří stromy s velmi nízkou nebo žádnou produktivitou. Tyto stromy neplní ekosystémové služby vůbec nebo jen omezeně a při zvýšeném stresu hrozí předčasné odumírání. V oblastech, kde je větší zastoupení takových stromů, je vhodné zvážit vyšší investice do obnovy zeleně a údržby (např. závlahy) především vzrostlých stromů, které plní ekosystémové služby v nejvyšší míře. Graf na obrázku 3 ukazuje zastoupení stromů v kategoriích produktivity v rámci celého města a graf na obrázku 4 ukazuje zastoupení v rámci jednotlivých administrativních jednotek.



Obrázek 3: Zastoupení stromů v jednotlivých kategoriích produktivity

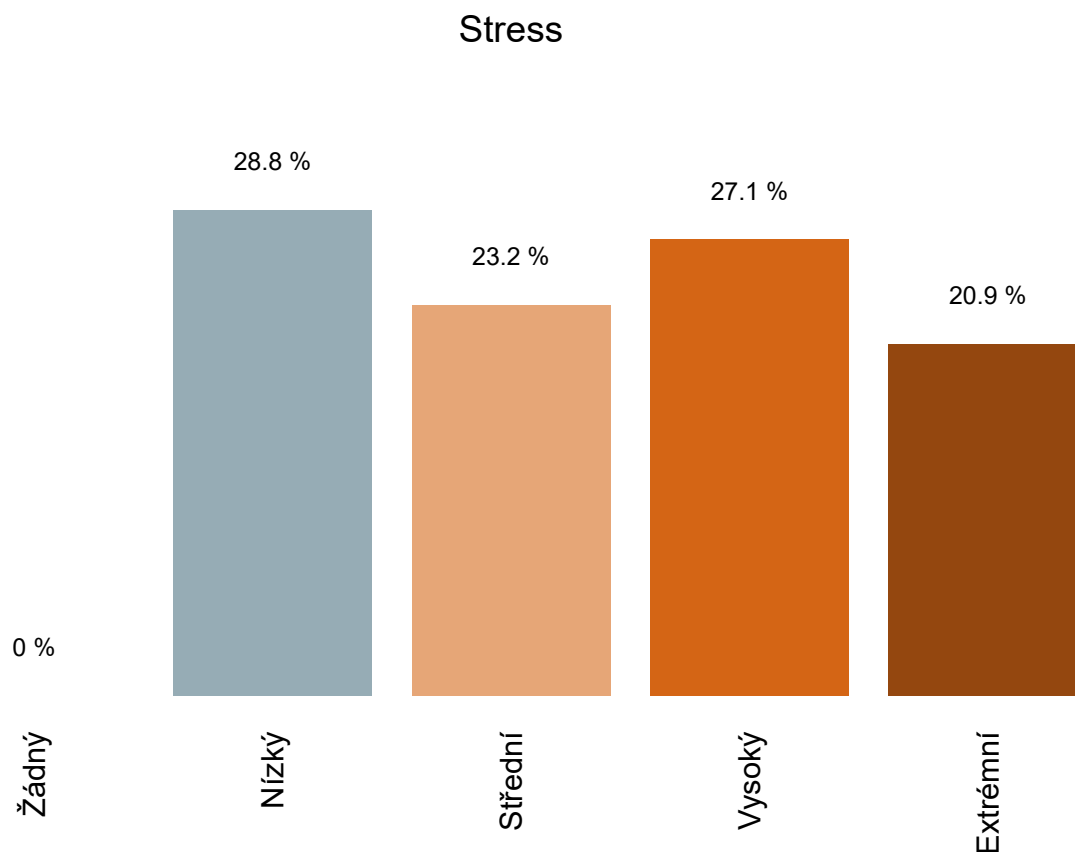


Obrázek 4: Relativní zastoupení kategorií produktivity v jednotlivých administrativních jednotkách

Stres

V zastavěné části města je obecně vysoká úroveň stresu s výjimkou parků a zámecké zahrady. V okrajových částech města mimo hlavní zástavbu je stres nižší, nicméně žádná z oblastí nedosahuje nejnižší úrovně.

Na celém území je přibližně 5 300 (71 %) stromů se zvýšenou hladinou stresu, z nichž 67 % tvoří stromy pod vysokým nebo extrémním stresem. Tyto stromy musí věnovat velké množství energie na vyrovnání se s různými formami stresu, které působí v kombinaci. Z toho důvodu jim nezbývá mnoho energie a zásob pro efektivní růst (tvoří méně kvalitní, křehčí, dřevo) a jsou ohroženy patogeny. V oblastech, kde je větší zastoupení takových stromů, je vhodné zvážit vyšší investice do zlepšení stanovištních podmínek zeleně, především vzrostlých stromů, které plní nejvíce ekosystémových služeb.

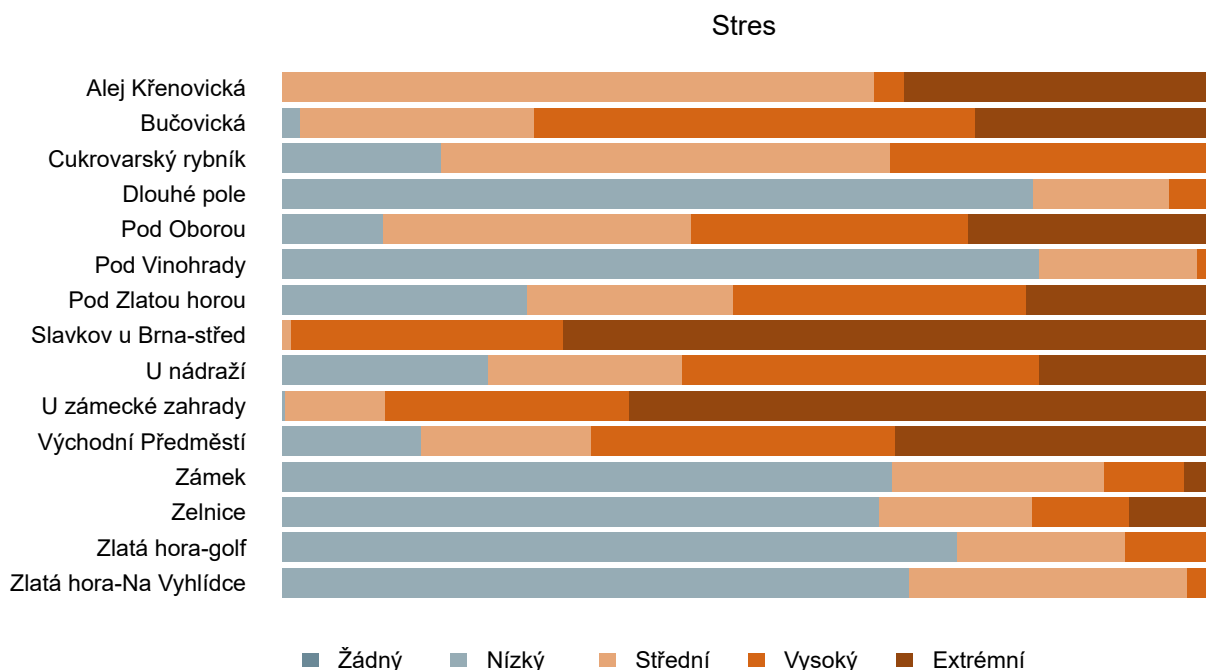


Obrázek 5: Zastoupení stromů v jednotlivých kategoriích stresu

Oblasti, ve kterých jsou stromy nejvíce stresované, jsou zobrazeny na mapě na obrázku 6. Z mapy je patrné, že celé území města je poměrně vysoce stresované, nejohroženější oblasti jsou centrum obce a okolí Mozovského potoka. Zastoupení stromů v jednotlivých kategoriích stresu v rámci administrativních jednotek města je zobrazeno na obrázku 7.



Obrázek 6: Oblast s výraznou úrovní stresu v rámci města



Obrázek 7: Zastoupení stromů v jednotlivých kategoriích stresu v rámci administrativních jednotek

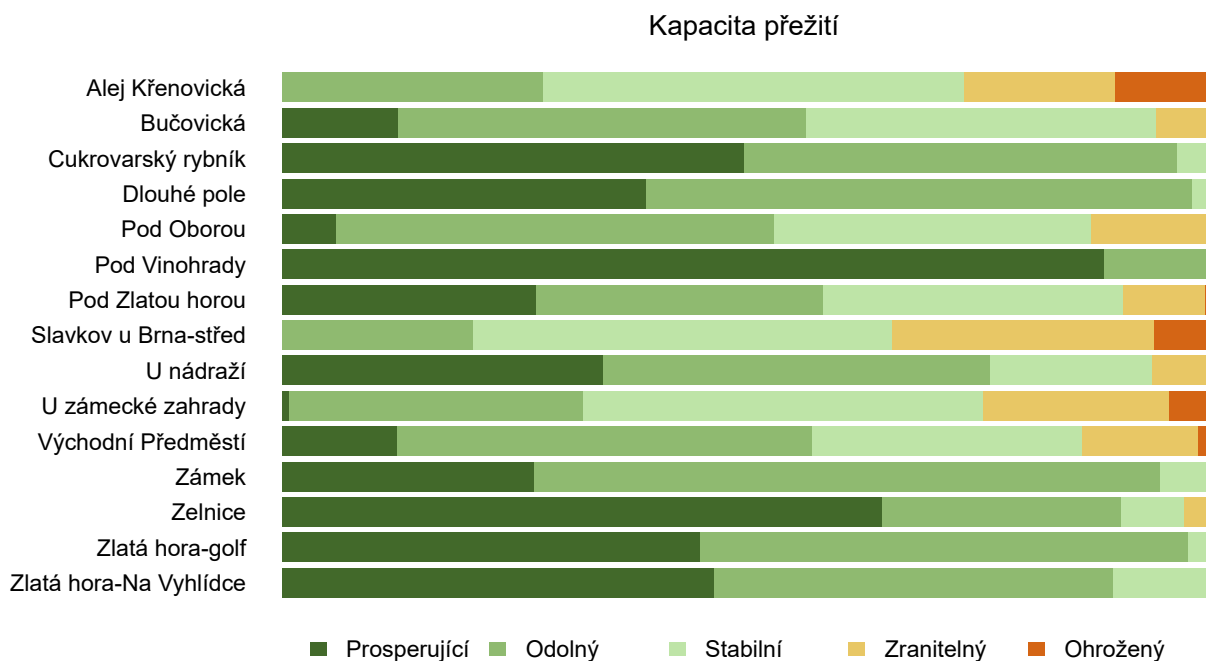
Kapacita přežití

Na celém analyzovaném území se nachází 660 stromů (8,8 %), které jsou zranitelné nebo ohrožené. V oblastech, kde je větší množství takových stromů, je na místě zvážit investice do zlepšení stanovištních podmínek a především naplánovat obnovu. Stromů, které jsou prosperující nebo odolné, je téměř 5 300 (70 %), z nichž se ale převážná většina nachází v parcích a v oblastech mimo zastavěnou část obce. Takové oblasti nepotřebují výrazně zvýšenou pozornost. Existuje silný předpoklad, že stromy přežijí bez nutnosti zásahu.

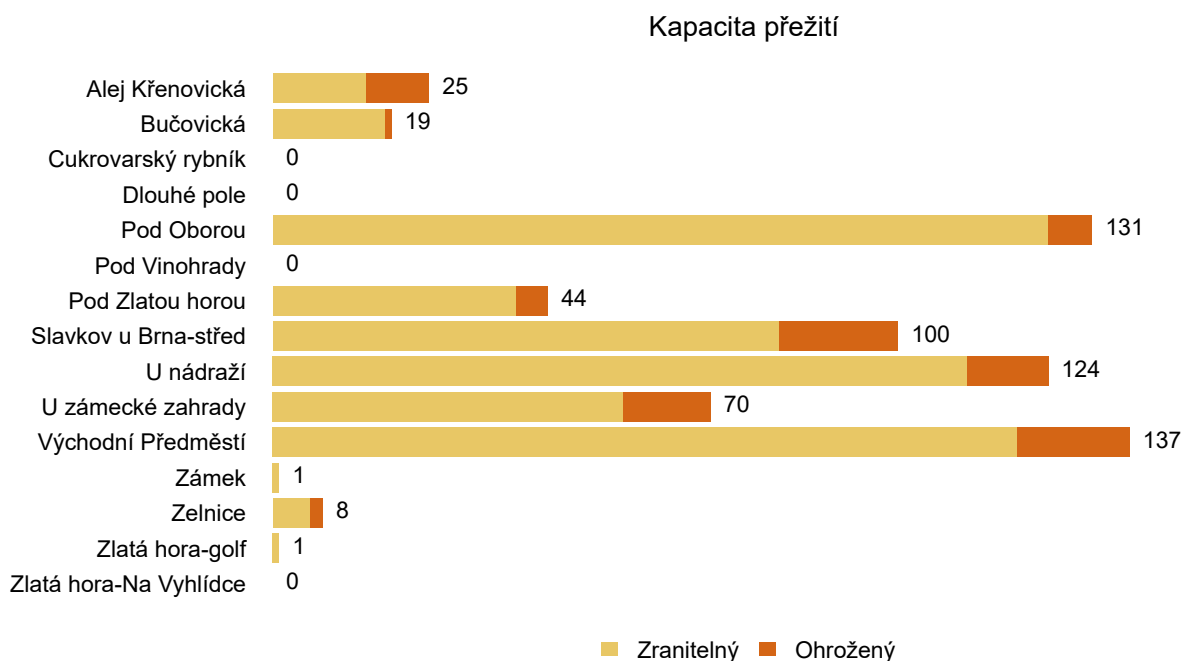
Na obrázku 8 je zobrazeno zastoupení jednotlivých kategorií kapacity přežití v rámci administrativních jednotek obce.

Celkové počty zranitelných a ohrožených stromů v jednotlivých administrativních jednotkách jsou zobrazeny v grafu na obrázku 9.

Na mapě na obrázku 10 je zobrazena průměrná kapacita přežití v jednotlivých administrativních jednotkách.



Obrázek 8: Zastoupení stromů v jednotlivých kategoriích kapacity přežití v rámci administrativních jednotek



Obrázek 9: Počty stromů v kategoriích kapacity přežití vyžadujících zvýšenou péči v rámci administrativních jednotek



Obrázek 10: Kapacita přežití v nevýrazněji stresovaném území města

Kritická území

Jednotky, ve kterých se nachází nejvíce zranitelných nebo ohrožených stromů (více než 100), jsou v analyzovaném území celkem tři. Podíl takových stromů je v jednotkách Východní Předměstí 14 %, Pod Oborou 13 % a U nádraží 6,7 %. Ve Východním Předměstí je nejvíce ohrožených a zranitelných stromů v oblasti Polní. Kritický stav je způsobený především nevhodným druhovým složením – hlavně borovice lesní (*Pinus sylvestris*), břízy bělokoré (*Betula pendula*) a smrky (*Picea spp.*) patří mezi druhy, které mají přirozený areál výskytu ve výrazně vlhčích a chladnějších oblastech. V jednotce Pod Oborou je situace nejhorší na ulici Tyršova, kde se pravděpodobně jedná o kombinaci několika efektů – zvýšený stres způsobený dopravou, nedávnými rekonstrukcemi a v severní části rovněž druhovým složením. V jednotce U nádraží je rozložení těchto stromů poměrně rovnoměrné, nejhorší situace je v ulici Československé armády, kde jsou starší lípy silně stresované a ve viditelně zhoršeném stavu. Jednotlivé počty stromů a jejich celkové zastoupení v jednotce jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Zastoupení stromů v kategoriích trendu Zranitelný a Ohrožený a jejich celkový podíl v nejkritičtějších oblastech města

Jednotka	Počet zranitelných	Počet ohrožených	Celkový podíl
Pod Oborou	124	7	0.13
U nádraží	111	13	0.07
Východní Předměstí	119	18	0.14

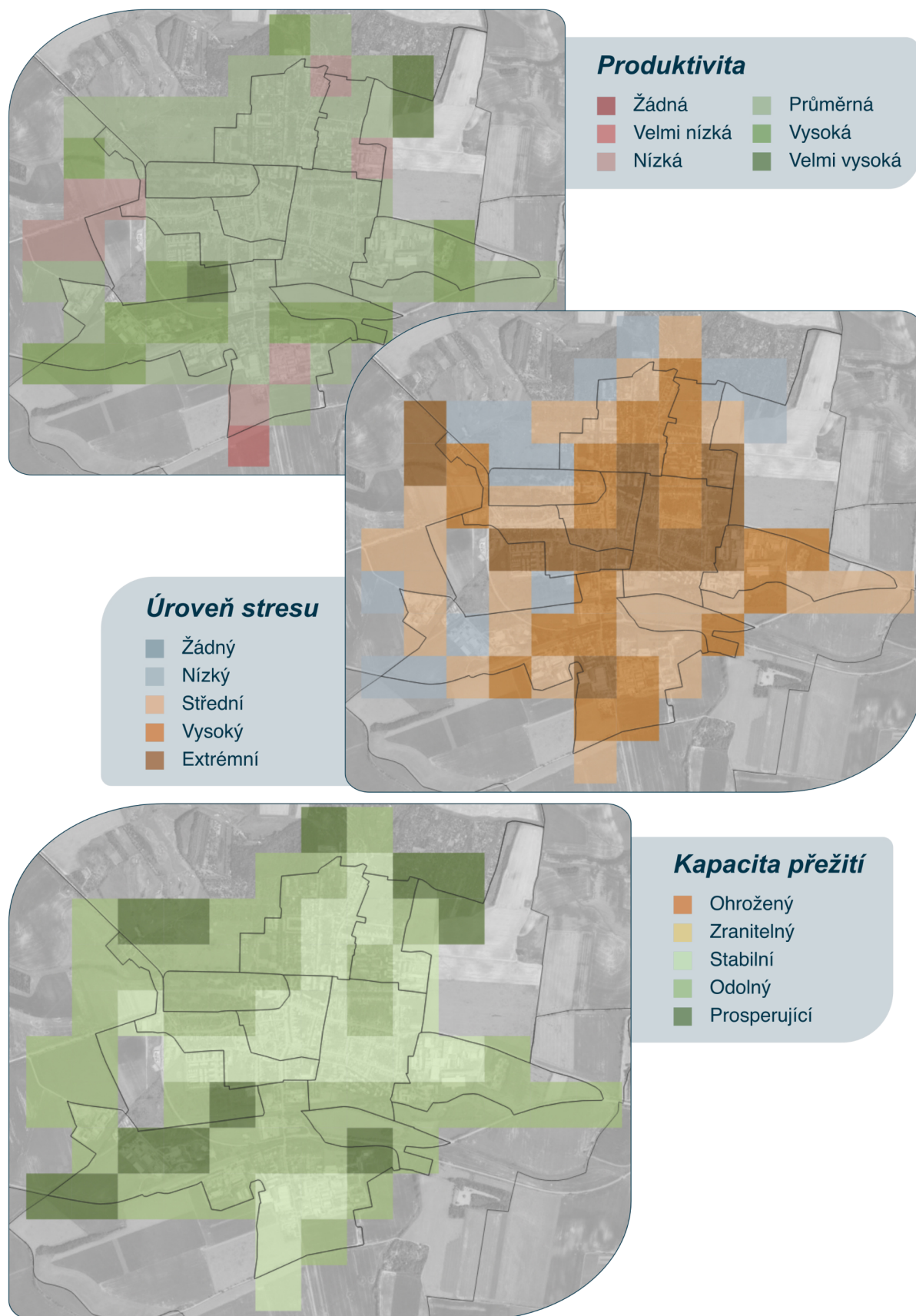
Závěr

Z analýzy vyplývá, že na území celého města jsou stromy poměrně silně stresované. Výjimku tvoří stromy v lesích na okraji města a v zámecké zahradě, ovšem i zde najdeme místa se zvýšenou hladinou stresu. To se projevuje především sníženou produktivitou, která je obecně poměrně nízká na celém zastavěném území města.

Nízká produktivita ukazuje i na obecně sníženou vitalitu a zhoršený zdravotní stav u velké části stromů ve městě, především v okolí silnic.

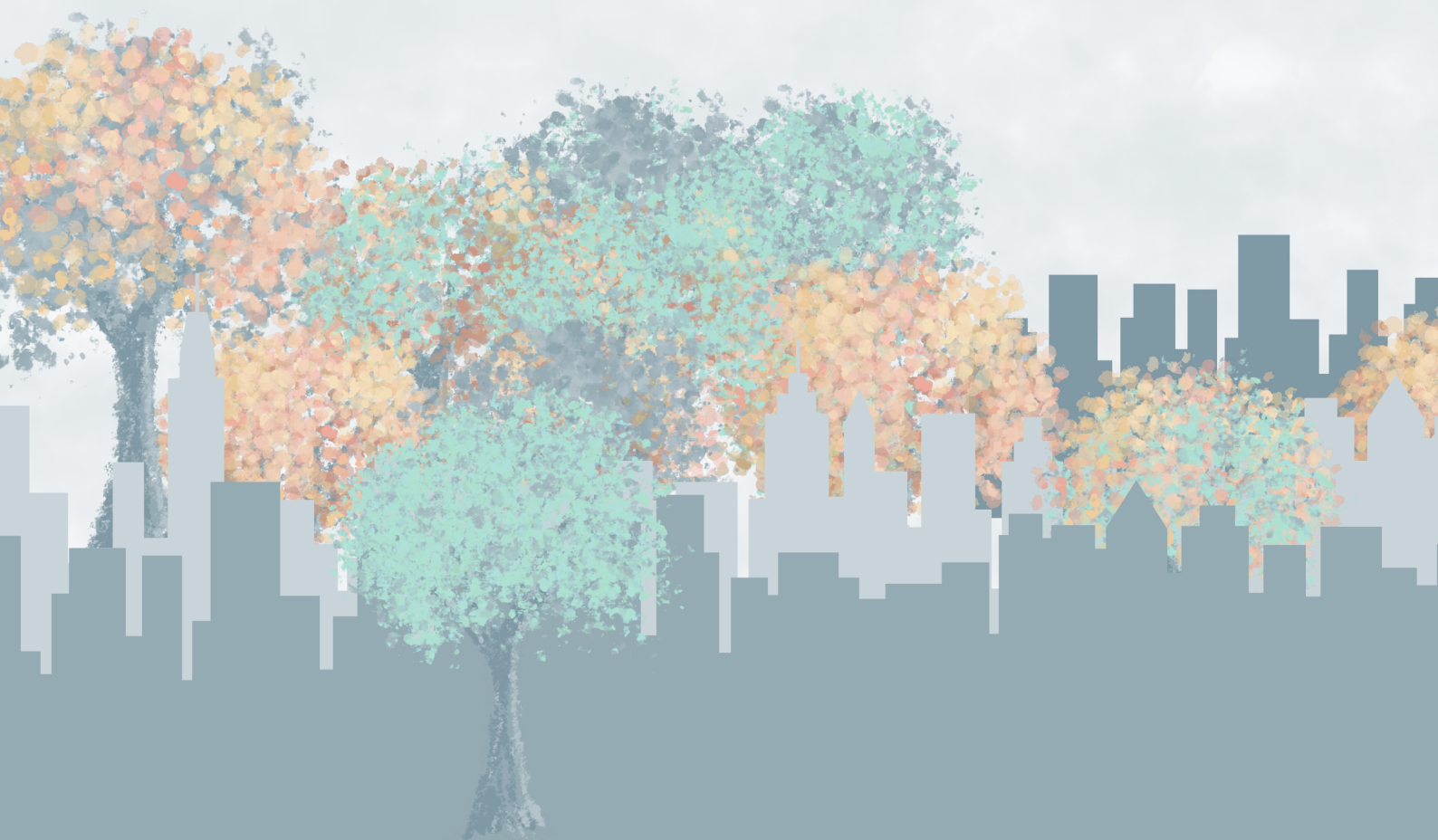
Výsledkem kombinace vysokého stresu a snížené produktivity na velké části území města je velké množství stromů, které s vysokou pravděpodobností budou bez patřičného zásahu dále strádat, což nevyhnutelně povede k jejich předčasnému úhynu.

Největším problémem v analyzovaném území je druhová skladba zeleně. Velké množství méně odolných jehličnanů (borovice lesní, smrky a modříny), bříz a lip je do budoucna neudržitelné, jelikož se jedná o druhy citlivé na sucho a nevyhnutelně tak dojde k velkým ztrátám v pokrytí zelení v zastavěné části města. Zvláštní pozornost si zaslouží lípy (všechny u nás běžně vysazované druhy a hybridy), jejichž habitat leží na samém okraji současných podmínek města a vzhledem k postupující klimatické změně se stanovištní podmínky budou posunovat za hranici tolerance těchto druhů. Dočasným řešením mohou být závlahy, vhodné je ovšem uvažovat především systematickou obměnu druhové skladby dřevin ve městě.



Obrázek 11: Srovnání průměrné produktivity, stresu a trendu v gridových buňkách na území města

ZELEŇ OBEČNĚ



O zeleni obecně

Ekosystémové služby

S ohledem na změnu klimatu se stále více začíná skloňovat pojem *ekosystémové služby*. Jedná se o funkce, které zdravý strom dokáže poskytovat přirozeně, bez vnější pomoci a dalších opatření. Jedná se tedy o efektivní a přirozený způsob, jak zavést chytré technologie do měst. Lidé jsou přirozeně vývojově a geneticky nastavení na přímý kontakt s přírodou a zelení. S postupujícím trendem urbanizace se ale kontakt většiny lidí s přírodou omezuje, v některých případech dokonce úplně vytrácí. Důsledkem je kromě nižšího životního komfortu také celá řada zdravotních komplikací včetně civilizačních chorob a psychických problémů. Efektivnější než léčit tyto důsledky, je přivést zeleň a přírodu zpět k lidem, kteří žijí ve městech.

Stromy měly miliony let na to, aby vyvinuly způsoby, jak efektivně pomáhat udržovat své okolí ve stavu vhodném pro život ostatních druhů. V přírodě je vše vzájemně provázané a fungují zde pozitivní zpětnovazebné reakce. Čili čím lépe se stromu daří, tím více zlepšuje prostředí svého okolí a tím lépe se daří stromům v jeho okolí. Vzájemně se tedy podporují a při dostatečném množství zeleně i klesá náročnost na údržbu. Například více stromů zadrží více vody a není nutné je zavlažovat nebo více stromů více ochladí své okolí a ostatní stromy nejsou tudíž pod stresem z horka a jsou vitálnější, a proto poskytují své služby ve větší míře. Žádné technologie proto nedokážou plně nahradit funkce zeleně, protože zpravidla zahrnují pouze jednu nebo jen některé vybrané služby a nejsou provázané se svým okolím v komplexu.

Ekosystémové služby zahrnují:

- **Chladicí efekt:** každý strom transpiruje – odpařuje vodu. Je to nezbytně nutný proces pro transport živin. Transpirací odčerpává energii ze svého okolí a přeměňuje ji na vodní páru. Tím se dá přirovnat k velmi výkonné klimatizaci. Na rozdíl od ní ale energii bere z tepla svého okolí a potřebuje k tomu jen vodu. Jeden vzrostlý strom během dne odčerpává ze svého okolí přibližně 125 kW. Takový výkon je srovnatelný s přibližně deseti středně výkonnými komerčními klimatizačními jednotkami. Jako bonus, na rozdíl od klimatizace, takové chlazení nepředstavuje žádnou zátěž pro životní prostředí.
- **Sekvestrace uhlíku:** vzrostlý zdravý strom dokáže ročně uložit do biomasy až 1 tunu CO₂, který odčerpá ze vzduchu. Čtyři takové stromy kompenzují provoz jednoho autobusu MHD za celý rok, který ve větším městě přepraví statisíce cestujících, nebo provoz jednoho auta průměrné domácnosti za celý rok.
- **Rekreační a estetická funkce:** podle nejnovějších průzkumů zeleň v blízkosti domova, práce nebo školy přispívá v mnoha ohledech ke zdraví a spokojenosti obyvatel. Blízkost zeleně podporuje duševní zdraví, fyzickou aktivitu a snižuje rizika kardiovaskulárních onemocnění.

- **Čištění vzduchu:** je neocenitelnou funkcí zeleně především v oblastech průmyslových nebo sušších, kde je vyšší výskyt znečišťujících částic ve vzduchu. Zeleň umí znečištění zachycovat a rozkládat, snižuje tím riziko výskytu plicních onemocnění u obyvatel. Má to ale i druhou stranu mince – znečištění ovzduší je pro zeleň samo o sobě stres. Je tedy vhodné se snažit v první řadě znečištění zabránit.
- **Stínění:** zeleň stíní na rozdíl od neživých střech a povrchů “aktivně”. Hlavní rozdíl je v tom, že velkou část spektra slunečního záření odráží za pomoci buněčných struktur, zatímco umělé povrchy toto záření pohltí a tím se ohřejí. Stín pod stromy je tedy studenější než pod střechou, protože ohřátá střecha vyzařuje sálavé teplo, které povrchem těla vnímáme daleko intenzivněji než samotnou teplotu vzduchu.
- **Zadržování vody:** povrch pokrytý zelení má vyšší absorpční schopnost. Při přívalových deštích tedy chrání své okolí od přehlcení kanalizace nebo bleskových záplav. Zároveň zadržovaná voda dále slouží pro udržení vitality vegetace a plnění jejích ekosystémových služeb.
- **Hluková bariéra:** vegetace má velmi členitý povrch a tím dokáže efektivně rozbíjet zvukové vlny. Kromě jiných funkcí tedy působí jako protihluková stěna, ale pouze v období, kdy je olistěná. Při plánování nové výsadby za účelem mitigace hluku je vhodné uvažovat spíše stálezelené druhy.
- **Větrná bariéra:** je velmi užitečná především v chladnějších místech, například v severských přímořských oblastech.
- **Útočiště pro další živočichy:** vegetace je součástí našeho přirozeného prostředí a tvoří důležitou složku biodiverzity. Ta odráží vitalitu a dobrou funkčnost celého ekosystému. Mnoho druhů rostlin a živočichů žije v symbióze a potřebují se navzájem.

Pro to, aby stromy mohly plnit své funkce, musí mít vyhovující prostředí a vhodné podmínky. Ve městech vedle sebe ale existuje celá řada nepůvodních druhů a prostředí je silně stresující pro veškerou zeleň. Moderními technologiemi můžeme vhodně zacílit opatření pro zlepšení podmínek pro růst stromů a efektivně monitorovat stav zeleně. Podpořit se dá i plánování výsadby nové zeleně s ohledem na měnící se klimatické podmínky v širokém kontextu celého prostředí města a v dlouhodobém horizontu.

Stres

Rostliny, na rozdíl od živočichů, nemůžou utéct, pokud se v jejich okolí vyskytnou podmínky nevhodné pro další přežití. Takovým okolnostem souhrnně říkáme stres. Existuje celá řada stresových faktorů, které na rostliny působí.

V krátkodobém měřítku stres není ohrožující a rostliny mají mechanismy, jak se s ním vyrovnat. Pokud ale působí ve zvýšené míře dlouhodobě, následky na sebe nenechají čekat. Stresovaný strom:

- je náchylný na patogeny,
- snižuje svou fotosyntetickou aktivitu (méně roste),
- snižuje vitalitu (odumírání větví, menší listová plocha, dřívější opad),
- snižuje odolnost proti extrémním podmínkám (vlny veder, sucho),
- snižuje plnění ekosystémových služeb (chladicí efekt, záchyt uhlíku, estetická funkce, aj.),
- je zvýšeným rizikem pro obyvatele (horší kvalita dřeva, padání větví, zhoršená stabilita).

Důležité je si uvědomit, že stres působí v koktejlovém efektu a snížení nebo eliminace jakékoliv složky stresu je pro strom prospěšné. Zásadní roli přitom hraje voda a její dostupnost. V městském prostředí trpí stromy suchem podstatně víc než v odpovídajících podmínkách kousek za městem. Horko je typ stresu, který úzce souvisí se stresem suchem. Teplejší vzduch má nižší relativní vlhkost oproti chladnějšímu se stejným absolutním obsahem vodních par a tím více podporuje výpar a ztráty vody. Adaptační strategie k suchu se mezi druhy liší. Obecně ale musí vždy volit mezi hladem (uzavření průduchů a omezení příjmu CO_2) nebo žízní (ztráta vody za cenu zachování příjmu CO_2). Druhy odolné k suchu mají hluboké a rozvětvené kořeny (mohou si dovolit volit žízeň) nebo jsou velmi rychle schopné reagovat na nedostatek vody přivíráním průduchů (volí hlad). Zároveň i jedinci v rámci stejného druhu mohou být adaptované do různé míry podle toho, v jakých podmínkách vyrostou. V extrémních případech, které ale bohužel v městském prostředí nejsou zdaleka tak ojedinělé, dochází u jedinců, kteří volí strategii hladu, k poškození asimilačních orgánů horkem. Strom, který uzavře průduchy, neochlazuje svůj povrch transpirací a během horkého letního dne pod přímým sluncem může velmi snadno dojít k překročení letální hranice teploty na povrchu listu. Dojde tak k rozkladu buněčných membrán a ztrátě funkce, spálení listu.

Je proto vhodné zaměřit se na terénní úpravy přivádějící vodu ke stromům a snížení odtoku dešťové vody do kanalizace (např. svod ze střech, spádování chodníků, propustné povrchy).

Vodní režim rostlin

Zeleň ve městech vykonává celou řadu ekosystémových (či ekologických) služeb. Mezi nejčastěji skloňované služby patří například chladicí funkce, záchyt atmosférického uhlíku nebo biodiverzita. Patří mezi ně ale taky třeba estetické a rekreační funkce, záchyt prachových a jiných znečišťujících částic z ovzduší nebo ochrana před povodněmi.

Pro to, aby zeleň mohla vykonávat všechny tyto služby, ale musí být zdravá a mít dostatek živin a především vody. Proč?

Stromy jsou stejně jako živočichové živé organismy. Na rozdíl od lidí a zvířat ale nemůžou před nepříznivými podmínkami utéct. Mají proto vyvinuté různé adaptační strategie, díky kterým dokáží tyto nástrahy prostředí překonat. Různé druhy mají různé strategie, jedno ale mají společné. Nedokáží tolerovat všechno. Každý strom má svou hranici tolerance a městské prostředí je natolik extrémní v mnoha ohledech, že velká část stromů, na některých místech i naprostá většina, trpí velkým stresem. Takový stres následně vede k vyčerpání a úbytku vitality stromu, v konečném důsledku pak ke smrti. Důsledkem je, že stromy ve městech mají výrazně kratší život než ve svých přirozených podmínkách.

Jeden z nejvýznamnějších stresových faktorů pro stromy ve městech je nedostatek vody. Důvodů je celá řada: zhutněná půda, která nedokáže efektivně vsakovat a zadržovat dešťovou vodu, nepropustné povrchy, které k půdě vodu ani nepřivedou, nebo zasolení půdy, které brání stromům vodu z půdy nasát i přes to, že v půdě je (proto nenechávejte pejsky značkovat stromy a namrzlé chodníky raději posypejte pískem).

Jak to funguje a co se stane, když tu vodu nemají?

Stromy ke svému životu, jak už bylo zmíněno, potřebují živiny, které se nacházejí v půdě. Pro to, aby mohly tyto živiny dostat do kmene, větví a listů, potřebují vodu, ve které jsou živiny rozpuštěné. Voda proudí transportními drahami vzhůru a strom si sám určí, kam tyto živiny pošle, podle toho, kde je nejvíc potřebuje. Tok vody kmenem stromu je fyzikální proces. Strom nemá žádné svaly ani pumpy, které by k tomu mohl využít. Celý transport funguje na principu rozdílu vlhkostí v půdě (kde je vody více) a ve vzduchu (kde je vody méně).

Poté, co strom nasaje kořeny vodu a rozvede všechny potřebné živiny ke svým orgánům, voda opustí strom mikroskopickými otvory v listech, kterým se říká průduchy. Voda opustí strom v podobě vodní páry. K tomu, aby se z tekuté vody stala pára, se musí ohřát. Potřebnou energii bere z povrchu listu, který se tím ochladí a odebranou energii si voda vezme s sebou do atmosféry. Tím ochlazuje své okolí. Tyto otvory mají ale ještě jednu zásadní funkci - krmí strom uhlíkem a díky tomu strom roste.

Co se stane, když není v půdě dost vody? Strom to pozná a zavře průduchy, aby mu voda neutekla pryč. Potřebuje si ji uchovat ve svých pletivech, aby nezvadl. Spolu s tím ale taky přestane přijímat uhlík z atmosféry a rozvádět živiny. Přestane plnit své ekosystémové funkce. Přestane ochlazovat své okolí, zachytávat uhlík, čistit vzduch a pokud se mu spálí listy (protože si je neochlazuje), přestane plnit i svou estetickou funkci. Proto je zásadní během horkých letních dnů stromy zavlažovat.

Nová zeleň

V hustě zastavěných oblastech bývá složité zavádět novou zeleň tak, aby efektivně sloužila obyvatelům z hlediska poskytování ekosystémových služeb – především pokud jde o vliv zeleně na zdraví, rovnost, estetiku nebo ochlazování okolí. Existuje však několik možností, jak toho dosáhnout:

Výsadba stromů pro ochlazování a stínění

Pokud není v místě problém s nedostatkem prostoru, je vždy nejlepší možností vysadit nové stromy. Stromy s velkou plochou koruny, jako například lípy nebo javory, mitigují městský tepelný ostrov. Opadavé stromy poskytují v létě stín a v zimě propouštějí sluneční světlo. Stálezelené stromy naopak slouží jako větrolamy na místech vystavených silnému větru v zimních měsících. Stromy s vysokou mírou transpirace, například platan (*Platanus × hispanica*), lze efektivně využít k ochlazení okolí.

Zelené fasády a vertikální zeleň

Zelené fasády a živé stěny jsou ideálním řešením tam, kde není dostatek horizontálního prostoru. Jsou efektivní zejména na budovách a stěnách bez oken, jako jsou sklady, a zároveň poskytují řadu ekosystémových služeb a snižují náklady na chlazení v létě. Vertikální systémy zeleně (např. zdi porostlé břečťanem nebo modulární zelené stěny) či popínavé rostliny, jako je loubinec trojlaločný (*Parthenocissus tricuspidata*), které vyžadují minimální údržbu a přitom ochlazují povrchy, jsou skvělou volbou pro zlepšení tepelné izolace budov.

Zelené střechy

Zelené střechy jsou obecně vhodné tam, kde je dostatek rovnoměrně rozložených srážek. V opačném případě vyžadují zavlažování, aby zůstaly přínosné. Extenzivní zelené střechy (s porostem rozchodníků a trav) lze využít pro retenci dešťové vody a základní izolaci – hodí se pro stávající střechy, které nejsou navrženy na velkou zátěž. Nepřispívají ale k ochlazování aktivně (transpirací), protože sukulenty přes den zavírají průduchy. Intenzivní zelené střechy (keře, malé stromy) zajišťují vyšší tepelný komfort a podporují biodiverzitu, ale kladou vyšší nároky na konstrukci střechy. Zelené střechy obecně nepřispívají k estetickým funkcím pro obyvatele, pokud nejsou volně přístupné.

Kapesní parky a městské lesy

Kapesní parky v hustě zastavěných oblastech mohou sloužit jako chladicí ostrovy – například na kruhových objezdech, parkovištích nebo širokých chodnících. Vždy je vhodné vysazovat rozmanité druhy původních rostlin, čímž se zároveň podpoří biodiverzita, zvýší estetická hodnota a sníží nároky na údržbu.

Podpora a dotace

Významná část městské zeleně se nachází na soukromých pozemcích. Je proto přínosné zavádět finanční podpůrné programy zaměřené na udržitelnou rekonstrukci soukromých zahrad, včetně zavádění opatření pro zadržování vody a výsadbu stromů. V rámci těchto opatření lze podpořit také vznik komunitních zahrad nebo otevření vnitrobloků veřejnosti, což může být velmi přínosné především v hustě zastavěných oblastech, jako je centrum města.

Připraveni díky **ASITIS**

